

Studien-Arbeiten

ein Leitfaden zur Vorbereitung,
Durchführung und Betreuung
von Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten
am Beispiel Informatik

Marcus Deininger
Universität Stuttgart

Horst Lichter
Universität Stuttgart

Prof. Dr. Jochen Ludewig
Universität Stuttgart

Kurt Schneider
Universität Stuttgart



Verlag der Fachvereine Zürich



B. G. Teubner Stuttgart

Vorwort zur 1. Auflage

Dieser Leitfaden ist als Skriptum des Kolloquiums „Wissenschaftliches Arbeiten“ entstanden. Das Kolloquium wird auf Anregung der Fachschaft Informatik seit 1990 an der Universität Stuttgart regelmäßig abgehalten. Planung und Durchführung liegen bei der Abteilung (oder nach anderem Sprachgebrauch bei dem Lehrstuhl) Software Engineering, wo die vier Autoren arbeiten.

Daß gerade unsere Abteilung diese Aufgabe übernommen hat, war kein Zufall: Für die Bearbeitung eines technisch-wissenschaftlichen Textes (z.B. einer Diplomarbeit) gelten ähnliche Regeln wie für die Bearbeitung einer Software-Komponente: In beiden Fällen geht es um Information, für die gewisse Eigenschaften wie Korrektheit, Lesbarkeit, Strukturiertheit usw. angestrebt werden.

Dieser Schrift liegen die Erfahrungen in der Fakultät Informatik zugrunde, und so stammen auch die Beispiele aus diesem Gebiet. Aber die Unterschiede gegenüber anderen technischen Disziplinen sind marginal, so daß sich auch Studierende benachbarter Fächer, vor allem der Ingenieur- und der Naturwissenschaften, beim Lesen nicht fremd fühlen werden.

Ähnliches läßt sich für die lokalen Bezüge sagen: Wir sprechen von der Universität Stuttgart, aber unsere Erfahrungen in Hannover, München, Kaiserslautern, Erlangen und Zürich lassen darauf schließen, daß die Regelungen, Gepflogenheiten und Maßstäbe an den Technischen Universitäten im deutschsprachigen Raum nicht stark variieren, nur die Fristen für die Arbeiten sind unterschiedlich.

Wenn Sie Anregungen und Kritik haben, sind wir daran sehr interessiert. Bitte schreiben Sie an:

Prof. J. Ludewig

Institut für Informatik, Breitwiesenstr. 20—22, D-7000 Stuttgart 80

oder per Electronic Mail an

ludewig@informatik.uni-stuttgart.de

Marcus Deininger, Horst Lichter, Jochen Ludewig, Kurt Schneider

Stuttgart, im Januar 1992

Vorwort zur 2. Auflage

Wenn man schon im Erscheinungsjahr der ersten Auflage die Chance bekommt, eine zweite in Druck zu geben, dann kann man nur den Lesern im allgemeinen und den konstruktiv kritischen im besonderen danken; hier sind besonders Prof. Udo Kelter (bald Uni Siegen) und Lutz Prechelt (Uni Karlsruhe) zu nennen. Dank ihrer Hilfe wurden einige Stellen verbessert.

Durch diese und andere Ergänzungen wäre das Büchlein eigentlich um etwa drei auf 66 Seiten gewachsen. Um trotzdem im Rahmen von 64 Seiten oder vier Druckbögen zu bleiben, wurde der Anspruch aufgegeben, jedes Kapitel rechts, also auf ungerader Seite beginnen zu lassen. Wir nehmen an, daß den Lesern der niedrige Preis wichtiger ist.

Natürlich gilt auch weiterhin unsere Bitte um Anregungen und Kritik aus dem Vorwort zur 1. Auflage.

JL, im Oktober 1992

Inhalt

Verzeichnisse der Abbildungen und der Tabellen	6
1. Vorbemerkungen	7
1.1 Zielsetzung und Randbedingung	7
1.2 Exkurs über die Legende von der zweckfreien ... Wissenschaft	8
1.3 Zur Diskriminierung der Frauen in der Sprache	10
2. Was ist eine wissenschaftliche Informatik-Arbeit?	11
2.1 Arten der wissenschaftlichen Arbeiten in der Universität	11
2.2 Rollenbilder: die beteiligten Personen	12
2.3 Wissenschaft und Technik	13
2.4 Das wissenschaftliche Prinzip	13
3. Der Bausteincharakter wissenschaftlicher Leistungen	17
3.1 Nützliche und andere Arbeiten	17
3.2 Breite und Tiefe	19
3.3 Eigenständigkeit	20
4. Wissenschaftliches Arbeiten	21
4.1 Die Planung der Arbeit	22
4.2 Arbeitsgestaltung	24
4.3 Der Umgang mit der Fachliteratur	25
5. Aufbau und Inhalt von Berichten	33
5.1 Anforderungen	33
5.2 Bestandteile und Entstehung eines Berichts	33
5.3 Formen wissenschaftlicher Aussagen	37
6. Darstellung und Präsentation	40
6.1 Der rote Faden	40
6.2 Was sagt ein Bild?	41
6.3 Schriftliche und mündliche Präsentation	42
6.4 Die schriftliche Darstellung	42
6.5 Der Vortrag	48
7. Die Betreuung wissenschaftlicher Arbeiten	51
7.1 Die Interessen der Beteiligten	51
7.2 Die Betreuung einer Arbeit	52
7.3 Die Bewertung	56
7.4 Checklisten	59
8. Merkblatt für Studien- und Diplomarbeiten	60
9. Prüfungstips	62
10. Literatur	64

Abbildungen

Abb. 1a	Die Neuigkeit	
Abb. 1b	Die Abrundung	17
Abb. 2a	Das wiedererfundene Rad	
Abb. 2b	Das Luftschloß	18
Abb. 3a	L'art pour l'art	
Abb. 3b	Alter Wein in neuen Schläuchen	
Abb. 3c	Pionierleistung	19
Abb. 4a	Die Arbeit ist nur breit	
Abb. 4b	Die Arbeit ist nur tief	
Abb. 4c	Die Arbeit ist breit und tief	19
Abb. 5	Tätigkeiten, unterstützende Methoden und Richtlinien einer wissenschaftlichen Arbeit	21
Abb. 6	Beispiel für einen Zeitplan (Fragment)	23
Abb. 7	Literatursuche	27
Abb. 8	Beispiel für ein Schlagwort „attributierte Grammatiken“ mit zugehörigen Nachweiskarten und dem Ablageort eines Artikels	30
Abb. 9	Die Position des Lösungsansatzes: Wie es (oft) ist, und wie es sein sollte	34
Abb. 10	Wie lange kann man sich Lerninhalte merken? Schematische Darstellung nach Buchberger	40
Abb. 11	Aufwendiger ist nicht besser, einfache, klare Bilder sind vorzuziehen	41
Abb. 12	Beispiel einer guten Folie	49
Abb. 13	Der Betreuungsaufwand	54
Abb. 14	Der Rollenwechsel vom Ausbilder zum Prüfer	55

Tabellen

Tab. 1	Arten der Fachliteratur	26
Tab. 2	Angaben zum Auffinden und Referenzieren der Literatur	29
Tab. 3	Repräsentation des Autors im Text	47
Tab. 4 a	Bewertungsbogen für Studien- und Diplomarbeiten	
Tab. 4 b	Zuordnung der Noten zu den Punktzahlen	58

1. Vorbemerkungen

1.1 Zielsetzung und Randbedingung

Mit diesem Leitfaden wollen wir Regeln und Techniken vermitteln, die bei der Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten in der Fakultät Informatik anzuwenden sind. Die Doppeldeutigkeit der Formulierung „anzuwenden“ im vorigen Satz ist beabsichtigt: Diese Regeln *lassen* sich anwenden, und sie *sollten* nach unserer Meinung auch angewendet werden.

Als „wissenschaftliche Arbeiten“ werden hier Seminar-, Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten bezeichnet, also alle Prüfungsleistungen mit wissenschaftlichem Anspruch, die von Studenten und Assistenten unter Anleitung, aber in gewisser Selbständigkeit und über einen längeren Zeitraum erbracht werden. Die Diplomarbeit dient uns dabei als Bezugspunkt, denn sie stellt einen zentralen Teil und in der Regel den Abschluß des Hauptstudiums dar und liegt, was wissenschaftlichen Anspruch und Selbständigkeit angeht, zwischen Studienarbeit und Dissertation.

Auch auf andere Arbeiten, die die genannten Kriterien nicht erfüllen (beispielsweise Software-Praktika, für die kein wissenschaftlicher Anspruch erhoben wird), lassen sich unsere Aussagen teilweise anwenden.

Wir können damit das Ziel unserer Lehrveranstaltung und dieses Skripts etwas pointierter so formulieren: Teilnehmer mit den notwendigen Fachkenntnissen sollen in die Lage versetzt werden, ein wissenschaftliches Ein- oder Zwei-Personen-Projekt auf dem Gebiet der Informatik

- auszuwählen,
- vorzubereiten,
- durchzuführen,
- zu dokumentieren und zu präsentieren.

Die *Betreuer* der Arbeiten sollen lernen, wie man Arbeiten

- definiert,
- verfolgt und unterstützt,
- beurteilt.

Dabei sind wir uns natürlich bewußt, daß wir nur einen ganz kleinen Beitrag leisten können, denn wir werden auf wenigen Seiten mehrere Gebiete überfliegen, die jedes für sich ein Leben lang erkundet werden müssen (z.B. Arbeitstechnik, Führungstechnik, Rhetorik). Wir sind also nicht allzu weit von der Reklame des amerikanischen Reisebüros entfernt: *Make Europe in five days!*

1.2 Exkurs über die Legende von der zweckfreien und objektiven Wissenschaft

Da wir uns hier mit Wissenschaft befassen, sollten wir auch einen Blick auf die Ränder werfen und fragen, wie sie in die politischen, sozialen und kulturellen Zusammenhänge eingebettet ist. Dieses Thema wird gern gemieden mit dem Argument, Wissenschaft sei quasi „freischwebend“, nämlich *zweckfrei* und *objektiv*.

Wir sehen diese Behauptung als Legende. Die Forschung, auch die an den Hochschulen, erhält ihre Mittel und Vorgaben aus der Umgebung, insbesondere aus der Politik und aus der Wirtschaft, und sie gehorcht und dient diesen beiden Herren nach Kräften. Wir sehen zu dieser Einbettung keine grundsätzliche Alternative; nur sollte sich jeder Informatiker über den Zusammenhang klar sein und damit seine individuelle Verantwortung erkennen und ernstnehmen.

Gerade die Informatik ist ein „klassisches“ Beispiel für die Steuerung von außen: Im Ostblock wurde sie in den späten fünfziger Jahren von den herrschenden „Bezirksmarxisten“ (Formulierung eines Prager Dissidenten) verdammt und damit viele Jahre lang retardiert, was sich bis heute auswirkt. In der („alten“) Bundesrepublik werden dagegen die Informatiker als Hefe des zukünftigen Wirtschaftswachstums eingeschätzt; entsprechend wurden anders als in den ebenfalls überlasteten Geisteswissenschaften zahlreiche neue Lehrstühle eingerichtet. Diese richten überwiegend ihre Arbeiten so aus, daß eine Kooperation mit Industriefirmen möglich ist.

Wir stellen also fest: Informatik verfolgt Ziele, die vor allem durch wirtschaftliche Interessen bestimmt sind. Diese Ziele sind nicht generell positiv oder negativ, sondern müssen individuell beurteilt werden. Dazu ist jeder Beteiligte, in diesem Kontext also jeder Informatiker, moralisch verpflichtet. Die Behauptung, Wissenschaft sei wertfrei, dient dazu, eine solche Diskussion nicht aufkommen zu lassen.

In vielen Fällen — ausgeprägt in der sogenannten Grundlagenforschung — ist die Anwendung der Resultate außer Sichtweite, so daß die Forscher kaum entscheiden können, welchen Effekt ihre Arbeiten haben werden (oft allerdings könnten sie es ohne weiteres, wenn sie wollten). Hier helfen Schlagwörter nicht weiter; wir halten es aber für notwendig, daß sich jeder Mensch dann die globalen Einflußmöglichkeiten sichert, die der globalen Wirkung seiner Arbeit entsprechen. In der Praxis ist das oft schwierig oder unmöglich: Beispielsweise konnte Einstein zwar — seiner Bedeutung als Physiker entsprechend — die Entwicklung der Atombombe wirksam unterstützen, aber er konnte später, als seine Motive nicht mehr bestanden, ihren Einsatz nicht verhindern.

Da wir unseren Aufgaben nicht neutral gegenüberstehen, sondern mit Zielen, Vorurteilen, Erfahrungen, Wissen und Wissenslücken, Wünschen und Ängsten an sie herantreten, können wir auch nicht *objektiv* sein; die „*wissenschaftliche Objektivität*“ ist neben der Zweckfreiheit ein weiteres Einhorn der Gedankenwelt. Daher wollen wir gleich zu Beginn klarstellen: Wir nehmen diese Objektivität für unsere Aussagen nicht in Anspruch, weder die wissenschaftliche noch sonst irgendeine.

Dieser Verzicht ist doppelt begründet: Es gilt hier nicht nur das grundsätzliche Argument, daß Wissenschaft prinzipiell nicht objektiv ist, sondern auch die praktische Einsicht, daß wir uns hier als Laien äußern, die nicht mehr anzubieten haben als ihre persönlichen, mehr oder minder zufälligen Erfahrungen und Einsichten.

Schließlich erkennen wir mit dem Bekenntnis zur Subjektivität auch an, daß über eine Reihe von Fragen, die sich in diesem Zusammenhang stellen, ein Konsens weder besteht noch in absehbarer Zeit erreicht werden kann, nicht einmal innerhalb einer einzigen Fakultät einer einzigen Universität. Wir können daher nur unsere Auffassung darlegen, begründen und zur Diskussion stellen.

Für das engere Thema unseres Kolloquiums, die Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten in der Informatik, hat diese Diskussion folgende Konsequenzen:

- Themen sollten nicht als „göttlich“ akzeptiert und damit der Diskussion entzogen werden; jede Arbeit sollte sich auch mit dem eigenen Thema und seiner Legitimation auseinandersetzen. Das gilt verstärkt in der Dissertation, wo ja der Doktorand in der Regel an der Wahl des Themas beteiligt ist.
- Wissenschaftliche Resultate sind nicht der Kritik entrückt, sondern stehen, nachdem das Podest der Objektivität zusammengebrochen ist, als menschliche Resultate auf gleicher Stufe neben anderen. Jeglicher Hochmut gegenüber weiteren Denkansätzen, z.B. religiösen und weltanschaulichen, ist unbegründet und auch nach vielen Erfahrungen der Geschichte nicht gerechtfertigt.

1.3 Zur Diskriminierung der Frauen in der Sprache

Traditionell wird in Texten dieser Art zur Bezeichnung unbestimmter Personen die maskuline Form verwendet („Der Student trifft regelmäßig seinen Betreuer.“). Dabei ist impliziert, daß jede der beiden Personen auch weiblich sein kann. Wer ehrlich ist, muß der Kritik daran recht geben, daß diese Sprache diskriminierend ist. Darum wurden verschiedene Alternativen vor- und eingeführt:

- a) die vollständige Aufzählung („Der Student oder die Studentin trifft regelmäßig seinen Betreuer oder seine Betreuerin.“).
- b) die Mischschreibweise („Der/Die StudentIn trifft regelmäßig seineN/ihreN BetreuerIn.“)
- c) die Diskriminierung der Männer („Die Studentin trifft regelmäßig ihre Betreuerin.“)
- d) die gemischten Prototypen („Der Student, nennen wir ihn Klaus, trifft regelmäßig seine Betreuerin; wir wollen sie Irene nennen.“)

Lösung (a) ist umständlich und grammatikalisch unklar: Es könnte im Beispiel auch sein, daß zwei Betreuer zur Verfügung stehen. Vorschlag (b) ist keine Lösung, sondern ein Alptraum. So geschriebene Texte wirken im günstigsten Fall wie eine van Wijngaarden-Grammatik und sind auch etwa so gut lesbar. (c) ist neckisch, aber letztlich genauso unbefriedigend wie (a), und (d) weicht dem Problem aus: Man kann eben nicht immer mit Prototypen argumentieren, sondern will oft auch Aussagen über *alle* Betreuer oder *irgendeine* Kandidatin machen.

Was also tun? Wir haben in einer früheren Fassung versucht, die Rollen nicht festzulegen, indem wir das Neutrum verwenden („Das Student trifft regelmäßig sein Betreuer.“). Auch wenn dieser Vorschlag den Vorteil hat, sich syntaktisch und semantisch im Rahmen der deutschen Grammatik zu halten, ist er nicht auf große Gegenliebe gestoßen. Wir sind aber gern bereit, ihn wieder auszugraben, wenn sich dies ändern sollte.

Bis dahin fallen wir, mit allen Bedenken, auf die alte, einfache und unbefriedigende Lösung zurück: „Der Student trifft regelmäßig seinen Betreuer.“ Bei einem Frauenanteil von derzeit 13 % (Studentinnen und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen) nicht ganz richtig in einem Viertel aller Fälle!

2. Was ist eine wissenschaftliche Informatik-Arbeit?

Nachdem in 1.2 geklärt wurde, welche Arbeiten im Sinne der Prüfungsordnung hier zur Diskussion stehen, wollen wir den Begriff nun von seiner Wurzel her angehen, also untersuchen, welche Arbeiten im Feld der Informatik das Attribut „wissenschaftlich“ beanspruchen dürfen.

2.1 Arten der wissenschaftlichen Arbeiten in der Universität

Durch Hochschulgesetze, Prüfungsordnungen usw. sind die wissenschaftlichen Arbeiten der Studenten juristisch definiert. Welche Regelungen sind für uns von Bedeutung?

An der Universität Stuttgart gilt selbstverständlich die Prüfungsordnung dieser Universität; sie ist aber im wesentlichen durch die Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Informatik bestimmt. Darum werden sich die Regelungen anderer Hochschulen kaum unterscheiden.

Was die hier betrachteten Punkte angeht, sind auch durch neuere Ordnungen, die auf Bundesebene vor der Verabschiedung stehen oder bereits beschlossen sind, keine wesentlichen Änderungen zu erwarten.

Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Informatik

Westdeutsche Rektorenkonferenz, 16./17.11.1981

Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder 11.12.1981

§1 Zweck der Prüfung

Die Diplomprüfung bildet den ersten berufsqualifizierenden Abschluß des Studiums der Informatik. Durch die Diplomprüfung soll festgestellt werden, ob der Kandidat die für den Übergang in die Berufspraxis notwendigen gründlichen Fachkenntnisse erworben hat, die Zusammenhänge seines Faches überblickt und die Fähigkeit besitzt, wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden.

§18 Diplomarbeit

(1) Die Diplomarbeit soll zeigen, daß der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus seinem Fach selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

(6) Die Zeit von der Themenstellung bis zur Ablieferung der Diplomarbeit soll sechs Monate nicht überschreiten. Das Thema und die Aufgabenstellung der Diplomarbeit müssen so lauten, daß die zur Bearbeitung vorgegebene Frist eingehalten werden kann.

**Prüfungsordnung der Universität Stuttgart
für den Diplomstudiengang Informatik**

vom 2. August 1983

§16 Diplomarbeit

- (1) In der Diplomarbeit soll der Kandidat zeigen, daß er in der Lage ist, eine Aufgabe aus dem gewählten Fachgebiet nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbständig zu bearbeiten.
- (2) Die Diplomarbeit wird vom Prüfer ausgegeben. ...
- (7) Die Diplomarbeit ist fristgemäß beim Prüfungsausschuß abzuliefern, ...

Promotionsordnung der Universität Stuttgart vom 1. Oktober 1979**§2 Die Dissertation**

- (1) Die Dissertation muß wissenschaftlichen Ansprüchen genügen, einen Fortschritt der Wissenschaft erbringen und eine selbständige Leistung des Bewerbers sein.
-

2.2 Rollenbilder: die beteiligten Personen

An einer wissenschaftlichen Arbeit im hier besprochenen Sinn sind mindestens zwei Personen beteiligt, der **Kandidat** und der **Prüfer**. In vielen Fällen wird der Prüfer einer Studien- oder Diplomarbeit den Kandidaten nicht selbst betreuen, sondern diese Aufgabe an einen **Betreuer** delegieren. Damit haben wir für den folgenden Text alle Mitspieler versammelt:

- einen Kandidaten, der die Arbeit anfertigen, das Thema bearbeiten will (oder muß)
- einen Prüfer, der das Thema ausgibt und die Arbeit nach der Fertigstellung prüft, der natürlich auch für die Betreuung der Arbeit verantwortlich ist,
- einen Betreuer, in vielen Fällen ein Mitarbeiter des Prüfers.

Wir beziehen uns auf diese drei Rollen, obwohl natürlich im Einzelfall Prüfer und Betreuer identisch sein können oder eine der Rollen über mehrere Personen verteilt sein mag; bei der Anfertigung einer Dissertation ist dies die Regel (mehrere Prüfer, kein gesonderter Betreuer).

Damit keine Unklarheiten entstehen, werden wir eisern an diesen drei Bezeichnungen festhalten, auch wenn Variationen sprachlich eleganter wären. Dieses Prinzip empfehlen wir auch für alle technischen Berichte (siehe 6.4.2).

2.3 Wissenschaft und Technik

Informatik an der Universität ist eine *technische Wissenschaft* oder, um den Akzent der Realität gemäß zu setzen, eine *durch Wissenschaft unterfütterte Technik*.

- In der Wissenschaft suchen wir zutreffende, möglichst allgemeingültige *Regeln*. In der Physik werden diese als *Naturgesetze* bezeichnet, womit wir einen Hinweis auf die Interpretation haben: Wir können (innerhalb eines gewissen Rahmens) so tun, als ob die Natur tatsächlich diesen Gesetzen folgte, und so zukünftige Entwicklungen vorhersagen und beeinflussen. Beispielsweise kennen wir nach den astronomischen Gesetzen die genaue Zeit zukünftiger Sonnenfinsternisse, und das Wissen über Gezeiten und Strömungsmechanik erlaubt es uns, durch Deiche Überschwemmungen zu verhindern. Umgekehrt können wir auch Ereignisse der Vergangenheit (z.B. die Erdentstehung, den Bau der Pyramiden) deuten oder erklären.
- Die Technik strebt nach *Problemlösungen*; hier geht es darum, zu einem gegebenen Problem und unter gewissen Randbedingungen eine Lösung zu finden. Die Randbedingungen schließen insbesondere eine Kostenfunktion ein, die praktisch Zeit- und Aufwandsschranken impliziert. Das Ingenieurwesen ist also weder eine Wissenschaft noch ein Teil davon; vielmehr *nutzt* es Resultate der Wissenschaft.

Ein Informatik-Studium an einer Universität, also ein *wissenschaftliches* Studium, soll die Studenten befähigen, sowohl wissenschaftlich als auch konstruktiv zu arbeiten, soll sie also gleichermaßen für Forschung *und* Entwicklung vorbereiten.

Während in den einzelnen Lehrveranstaltungen meist der eine oder der andere Aspekt klar überwiegt, sollten in der Diplomarbeit beide sichtbar werden. Praktisch heißt das: Eine Diplomarbeit *sollte* nützlich sein im Sinne der technischen Ausrichtung unseres Fachs; sie *muß* von der Methodik her wissenschaftlich sein. Da die Nützlichkeit durch die Aufgabenstellung bestimmt und damit weitgehend vorgegeben ist, müssen die Kandidaten vor allem danach streben, den wissenschaftlichen Anspruch zu erfüllen.

2.4 Das wissenschaftliche Prinzip

Die Konzepte der Wissenschaft haben sich im Laufe von mindestens zweieinhalb Jahrtausenden entwickelt; ein Versuch, diese Geschichte zu rekapitulieren und damit den Wissenschaftsbegriff zu klären, ginge weit über den Rahmen dieses Kolloquiums und unsere Kompetenz hinaus. Interessenten mögen über Luft (1988) den Zugang zur umfangreichen Literatur suchen. Für unsere Zwecke genügen die folgenden einfachen, kaum bestrittenen Feststellungen.

Prägend für unsere Grundhaltung gegenüber wissenschaftlichen Aussagen sind zwei gegensätzliche Erfahrungen, nämlich

- daß es in unserem Arbeitsgebiet nicht-triviale Feststellungen und Erkenntnisse gibt, deren Mitteilung lohnend für den Empfänger ist, weil er sie direkt nutzen oder in seiner eigenen wissenschaftlichen Arbeit verwenden und weiterentwickeln kann,
- daß es — wenigstens in der Wissenschaft — keine endgültigen Wahrheiten gibt, sondern alle Aussagen nur gelten, bis sie durch neue Erfahrungen widerlegt sind.

Der zweite Punkt gilt nur dann nicht, wenn sich die Wissenschaft ihre eigene Welt schafft, wie es beispielsweise in der Mathematik der Fall ist. Hier sind Beweise im Sinne von Tautologien möglich. Sobald jedoch die — vorgefundene und damit vorgegebene — Realität ins Spiel kommt, also bei der Suche nach den sogenannten Naturgesetzen, ist ein Beweis nicht möglich, denn wir haben stets nur endlich viele Beobachtungen, aus denen wir einen für unendlich viele Fälle geltenden Zusammenhang ableiten wollen. Wir müssen daher zumindest Annahmen über die Stabilität, Stetigkeit und Unabhängigkeit der beobachteten Erscheinungen hinzufügen, und diese gehören zur *Metaphysik*, die sich jedem Beweis entzieht.

Die Meta-Physik ist also nichts nebulöses (im landläufigen Sinne „metaphysisches“), sondern eine höchst wichtige Basis-Wissenschaft, die die Physik erst ermöglicht. Sie wurde daher im Altertum als *höchste Wissenschaft* angesehen.

Beispiel: Natura non saltat

„Die Natur macht keine Sprünge“, d.h. Gesetzmäßigkeiten der Natur weisen keine Löcher und Sprünge auf, sondern gelten stetig. Wenn also beispielsweise Körper von 1 g, 2 g, 3 g, ... , 1000 g Masse beim Beschleunigen analoges Verhalten zeigen, ist dies auch bei einem Körper von 103,5 g zu erwarten. Dieses Prinzip ist natürlich nicht beweisbar.

Eine *Hypothese*, also eine vermutete Gesetzmäßigkeit, kann daher durch weitere, insbesondere systematische Beobachtungen *erhärtet*, aber *nicht bewiesen* werden; sie wird dagegen durch eine einzige nicht mit der Hypothese vereinbare Beobachtung *widerlegt*. Hier besteht ein ähnlicher Zusammenhang wie beim Software-Test, der außer bei trivialen Programmen keinen Korrektheitsbeweis liefert, weil die Zahl der Fälle jedes handhabbare Maß übersteigt; dagegen beweist ein einziger „positiver“ Test die Fehlerhaftigkeit. („positiv“ hier im Sinne der Mediziner, die ja auch von einem positiven Test sprechen, wenn z.B. ein bestimmter Virus gefunden wurde).

Entsprechend den beiden beschriebenen Merkmalen wissenschaftlicher Resultate, Nutzen und Vorläufigkeit, erwarten wir von wissenschaftlichen Aussagen **Relevanz und Überprüfbarkeit**, also daß sie

- -Antworten enthalten auf relevante Fragen (andernfalls bezeichnen wir sie als *irrelevant*, also nutzlos)
- sich der Kritik stellen, indem sie soweit wie irgend möglich offenlegen, wie die Aussagen zustande gekommen sind (andernfalls bezeichnen wir sie als *unwissenschaftlich* und damit wertlos).

Drei fiktive (aber nicht frei erfundene) Aussagen über die Programme Alpha und Beta sollen diese Aussage illustrieren:

- A Alpha enthält eine gerade Anzahl von Vokalen (einschließlich Umlauten) und eine ungerade Anzahl von Konsonanten (wobei „ß“ als einzelnes Zeichen gezählt ist). Bei Beta ist es umgekehrt.
- B Die Erfahrung zeigt, daß Alpha aufgrund seiner klareren Struktur das wesentlich leichter wartbare Programm darstellt.
- C Programm Alpha erzielt nach der Metrik von MacNess (1983) den Wert 12.3, Programm Beta 7.8. Wie Passepartout (1985) gezeigt hat, besteht zwischen diesem Wert und dem Wartungsaufwand (definiert nach Head, 1972) eine hohe negative Korrelation. Daraus kann man die Erwartung ableiten, daß das Programm Alpha unter gleichen Rahmenbedingungen einen niedrigeren Wartungsaufwand verursachen wird.

Die Aussage A ist überprüfbar, sie stellt sich der Kritik, indem die Art und Weise, wie die Vokale und Konsonanten gezählt wurden, offengelegt ist. Damit hat jeder Leser die Chance, die Ergebnisse nachzuvollziehen. In der Praxis gibt es dabei oft große Hindernisse, aber *prinzipiell* besteht die Möglichkeit. Leider ist das Resultat A — anscheinend — völlig ohne Bedeutung, es ist nutzlos, irrelevant.

Aussage B über den Wartungsaufwand zweier Programme ist dagegen außerordentlich bedeutsam; aber leider ist sie völlig unwissenschaftlich, denn sie stützt sich auf

- nicht spezifizierte Erfahrungen ungenannter Personen
- unklare Begriffe (Struktur, Wartbarkeit)
- undefinierte Bewertungen (*klarere* Struktur, *leichter* wartbar)

Damit ist B nicht kritisierbar: Einen Pudding kann man nicht an die Wand nageln.

Aussage C dagegen erfüllt die Anforderungen; falls die zitierte Literatur tatsächlich existiert, ist die Aussage in der Form korrekt. Natürlich ist sie damit keineswegs *bewiesen*: Vielleicht erscheint schon morgen ein Artikel, der zeigt, daß die Rechnung Fehler enthält oder daß MacNess oder Passepartout oder beide bei ihren Untersuchungen völlig andere Voraussetzungen hatten. Wichtig ist, daß Aussage C — anders als B — diese Erwiderung überhaupt *zuläßt!*

Eine Aussage ist also dann überprüfbar, wenn sie sich auf Argumente stützt, die dem Wesen nach überprüfbar und damit eventuell widerlegbar (falsifizierbar) sind. Die wissenschaftliche Arbeit stellt ein Gedanken-Gebäude dar, das in seiner ganzen Ausdehnung *begehbar* ist. Eine Aussage gilt als allgemein anerkannt, wenn das Gebäude von einer großen Mehrheit für sicher begehbar gehalten wird. Von einem *wesentlichen Beitrag* zur Wissenschaft spricht man, wenn viele andere das Gebäude als Basis ihrer eigenen Arbeit verwenden.

Ein bekannter Flop der jüngsten Wissenschaftsgeschichte, die „kalte Kernfusion“, kann hier als Musterbeispiel dienen: Die zunächst publizierte Aussage war ungenau und ließ die Überprüfung an anderen Orten kaum zu (so, wie es beschrieben worden war, *konnte* das Experiment nicht funktionieren). Mit klarerer Information wurde die Behauptung dann sehr rasch falsifiziert, d.h. es wurde gezeigt, daß durch die beschriebenen Bedingungen eine meßbare Fusion nicht herbeigeführt werden kann. Diese Episode war damit zwar peinlich für zwei Möchte-gern-Empfänger des Nobelpreises, aber ein Erfolg der wissenschaftlichen Kontrollmechanismen.

Praktisch gesehen kommen zwei weitere Kriterien hinzu: Ein Resultat muß **neu** und **anscheinend korrekt** sein, seine Falsifikation darf also nicht ins Auge springen. Bei studentischen Arbeiten liegt für beide Punkte ein großer Teil der Verantwortung beim Betreuer, der über den Stand der Forschung bescheidwissen und ein unsinniges Resultat erkennen sollte.

3. Der Bausteincharakter wissenschaftlicher Leistungen

3.1 Nützliche und andere Arbeiten

Die Bemerkung, jemand habe in seiner Arbeit das Rad neu erfunden, stellt kein Lob dar, sondern eine harte Kritik, denn eine wissenschaftliche Arbeit wird nicht nach ihrem Hub beurteilt (wie weit ist der Verfasser vom Ausgangspunkt gekommen?), sondern nach der Höhe des Resultats (Wo stehen wir dank des Resultats?). Darum arbeiten wir wo immer möglich nach dem Prinzip des Zaunkönigs, der im Märchen zum König der Vögel wird, indem er sich in die Schwingen des Adlers setzt und mit diesem bis in große Höhe fliegt, um schließlich noch ein kleines δ aus eigener Kraft hinzuzufügen. Eine gute wissenschaftliche Arbeit macht also Gebrauch von allem, was verfügbar ist, und schafft darauf eine neue, noch höhere Basis für nachfolgende Arbeiten (die Neuigkeit, Abb. 1a). Sie bildet damit einen Baustein in einem (abstrakten) Turm. Dabei kann es *auch* nützlich sein, wenn die Arbeit lehrt, daß ein bestimmter Ansatz unergiebig ist.

Eine andere Möglichkeit, einen wissenschaftlich nützlichen Beitrag zu leisten, besteht darin, ein Problem, das bislang nicht befriedigend gelöst und darum umgangen worden war, aufzuarbeiten, beispielsweise durch einen mathematischen Beweis für etwas, das bislang nur vermutet wurde (die Abrundung, Abb. 1b).

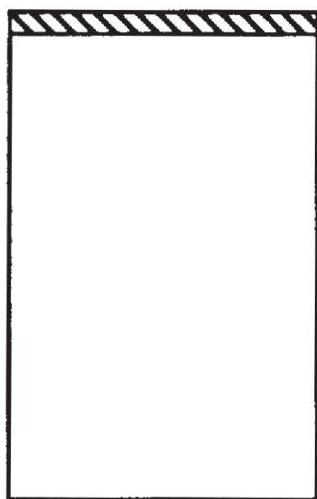


Abb. 1a: Die Neuigkeit

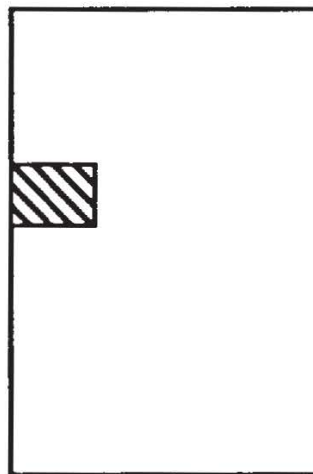


Abb. 1b: Die Abrundung

Betrachten wir nun negative Beispiele, also Arbeitsergebnisse, die aus verschiedenen Gründen nicht brauchbar sind. Das erste Bild (Abb. 2a) repräsentiert eine Arbeit, die keinen Neuigkeitscharakter hat; die Umrißlinie deutet den Stand der

Wissenschaft an. Oben war schon gesagt worden, daß hier der Betreuer gefordert ist. Zur Entstehung solcher Arbeiten trägt die Abneigung vieler Informatiker, Literatur durchzuarbeiten, wesentlich bei. („Warum etwas lesen und zitieren, was ich selbst erfinden könnte?“)

Arbeiten, die extern, also in der Industrie oder auch in fachfremden Instituten durchgeführt werden, zeigen oft eine ähnliche Charakteristik, wobei das Rad nicht neu erfunden, sondern nur neu realisiert wird; die betreffende Stelle strebt kaum nach wissenschaftlichen Aussagen, sondern nach einer billigen Entwicklung. Studenten, die eine externe Arbeit erwägen, sollten daran denken, daß die Ausgabe, Prüfung und Benotung an der Hochschule stattfindet, und denkbare Zielkonflikte früh erkennen und bereinigen.

Das Luftschoß kommt seltener vor, aber es kommt vor (Abb. 2b). Hier handelt es sich um eine Arbeit, deren Ergebnisse sehr willkommen wären, hätten sie eine solide Basis. In vielen Fällen sind aber auf den ersten Seiten Prämissen genannt (oder schlimmer noch: nicht genannt, aber verwendet), die völlig unbegründet sind.

Zur Basis gehört auch eine klare Fragestellung. Manche Resultate hängen in der Luft, weil nicht klar ist, welches Problem eigentlich gelöst werden soll. Eine Wertung der Ergebnisse ist dann nicht möglich.

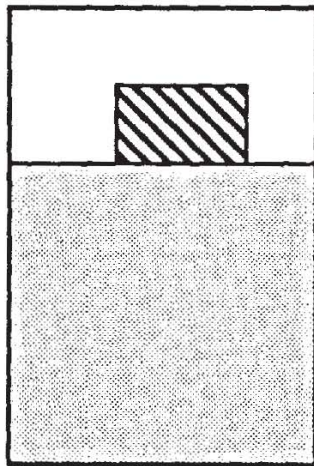


Abb. 2a: Das wiedererfundene Rad

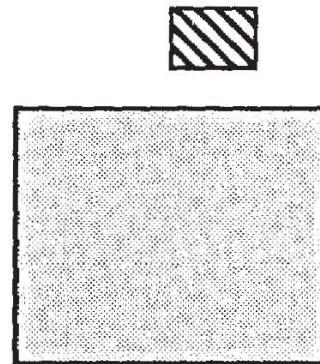


Abb. 2b: Das Luftschoß

Wissenschaft braucht nicht ständig in Richtung der wirtschaftlichen Verwertbarkeit zu schielen; bei manchen Arbeiten fällt aber auf, daß auch wissenschaftlich darauf kaum weitergebaut werden kann („L'art pour l'art“, Abb. 3a).

Auch in einer neuen, wesentlich klareren Darstellung einer bekannten Idee kann eine gute Leistung bestehen. Hier handelt es sich wieder um das Prinzip „Abrundung“. Reines Sammeln (Prinzip „Eichhörnchen“, Abb. 3b) reicht aber nicht aus, Ideen lassen sich nicht durch Fleiß ersetzen, auch wenn immer wieder — selbst in Dissertationen — alter Wein in neuen Schläuchen feilgeboten wird.

Eine besondere Kategorie bilden die — schwer zu bewertenden — Pionierarbeiten (Abb. 3c), die einem zuvor kaum beachteten Fragenkomplex gewidmet sind. Sie kommen typisch mit wenig Literatur aus (es gibt keine) und erreichen erstaunliche Resultate (die ersten Meter eines Turms sind rasch gebaut). Auch in dieser Kategorie müssen die Betreuer entscheiden, ob das Thema wirklich relevant ist; wenn die Arbeit ein erratischer Block ohne Einfluß auf folgende Arbeiten bleibt, wäre sie besser unterblieben.

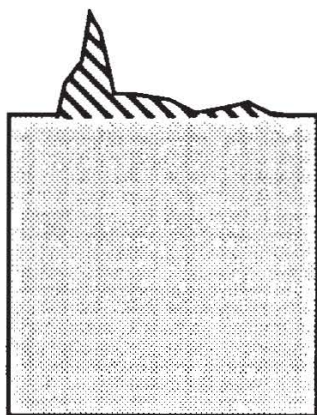


Abb. 3a:
L'art pour l'art

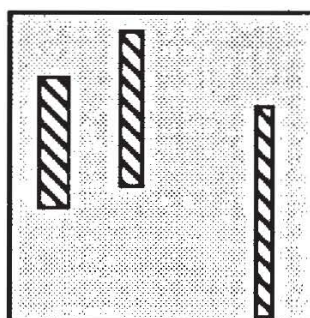


Abb. 3b: Alter Wein
in neuen Schläuchen



Abb. 3c:
Pionierleistung

3.2 Breite und Tiefe

Wissenschaftliche Arbeiten können einen bestimmten, schmalen Aspekt bis in die vermeintlich letzte Verzästelung ausloten oder ein größeres Gebiet weniger eingehend behandeln; im letzten Fall hat die Arbeit „Breite“ (Abb. 4a), im ersten „Tiefe“ (Abb. 4b).

Wieviel von beidem zweckmäßig ist, ergibt sich aus der Aufgabenstellung. Meist ist eine Kombination notwendig, d.h. man schafft zunächst eine breite Basis und bearbeitet dann einen speziellen Ausschnitt. In einer Dissertation sollte unbedingt beides vorhanden sein (Abb. 4c).



Abb. 4a:
nur breit



Abb. 4b:
nur tief

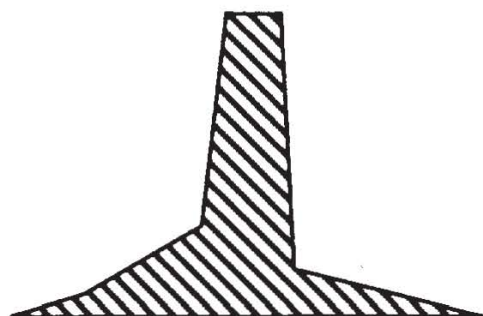


Abb. 4c:
breit und tief

3.3 Eigenständigkeit

Eine wissenschaftliche Arbeit muß, wie die betreffenden Ordnungen sagen, selbständig durchgeführt und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln, insbesondere der zitierten Literatur, angefertigt sein. Das bedeutet hier vor allem, daß ungenannte Personen weder direkt noch als Autoren einer Textvorlage mitgewirkt haben.

Eigenständigkeit ist aber nicht Isolation; diese ist schon wegen des Ausbildungsaspekts (vgl. 7.2.3) ausgeschlossen. Ein Kandidat, der dem Betreuer sinnvolle Fragen stellt, ist nicht unselbständig, sondern offenbar gut zur wissenschaftlichen Arbeit geeignet. Betreuer und Prüfer sind also wichtige Quellen, auch wenn sie, soweit es sich um mündliche Information handelt, nicht explizit zitiert werden; ihr Beitrag ist durch die Angaben auf dem Titelblatt dokumentiert.

4. Wissenschaftliches Arbeiten

In den vorherigen Kapiteln haben wir das wissenschaftliche Prinzip und die Kriterien, denen eine wissenschaftliche Arbeit genügen muß, vorgestellt. Die folgenden Kapitel sollen — ganz im Sinne des Leitfadens — den Weg beschreiben, der zu einer wissenschaftlichen Arbeit führt. Die wichtigsten Teilstrecken sind dabei die Planung der Arbeit, die Suche, Verwaltung und Aufarbeitung von Literatur und die Erstellung des Berichts. Über den themenspezifischen Schwerpunkt der Arbeit kann hier natürlich nichts ausgesagt werden.

Abb. 5 zeigt die Tätigkeiten, die im Zuge der meisten wissenschaftlichen Arbeiten in der Informatik ausgeführt werden müssen, sowie die Methoden und Richtlinien, die diese Tätigkeiten unterstützen. Außer bei den Methoden des Software Engineerings, die nicht Gegenstand dieses Leitfadens sein sollen, wird jeweils auf das Kapitel verwiesen, in dem diese Methoden und Richtlinien beschrieben werden.

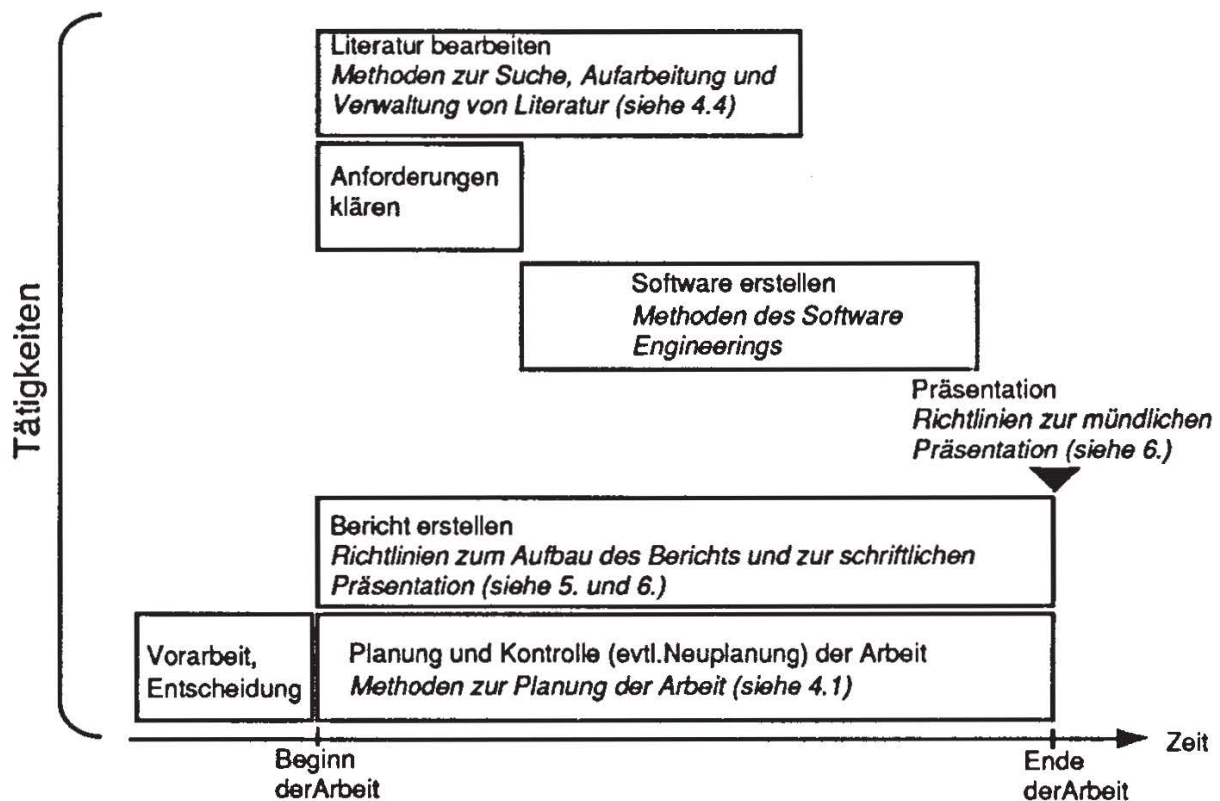


Abb. 5: Tätigkeiten, unterstützende Methoden und Richtlinien einer wissenschaftlichen Arbeit

4.1 Die Planung der Arbeit

Eine gute Betreuung ist für den Erfolg der Arbeit wesentlich. Noch wichtiger aber ist die Einstellung des Kandidaten, ob ihn also das Thema interessiert, vielleicht sogar herausfordert, ob er sich mit der Aufgabe identifiziert und aus den Zwischenresultaten zusätzliche Motivation schöpft — oder ob er versucht, den Schwierigkeiten auszuweichen, dem Betreuer aus dem Weg zu gehen und der Prüfungsordnung mit minimalem Aufwand zu genügen.

Aber auch ein interessantes Thema schützt den Kandidaten nicht davor, die Übersicht zu verlieren und unbemerkt in Zeitnot zu geraten; wenn sie auffällig wird, ist es für eine Kurskorrektur oft zu spät. Darum ist die Planung wichtig. Die Meilensteine geben Orientierung wie die Pricken im Wattenmeer.

4.1.1 Die Themenauswahl

Keine andere Einzelentscheidung ist für den Erfolg so wichtig wie die Wahl des Themas. Dies gilt insbesondere für die Diplomarbeit, da sie ein zentraler Bestandteil des Hauptstudiums ist und dementsprechend auch in das Diplomzeugnis eingeht. Daneben ist die Diplomarbeit so etwas wie ein Aushängeschild bei der Stellenbewerbung. Das Themengebiet wird als das Spezialgebiet des Bewerbers angesehen.

Aus diesen Gründen sollte der Kandidat die Wahl nicht spontan treffen, sondern alle erforderlichen Informationen beschaffen und dann in Ruhe auswählen. Dazu muß er auch die Arbeitsgebiete der einzelnen Abteilungen (Lehrstühle) kennen.

- Themenbereiche bei den Abteilungen erfragen (Aushänge beachten)
- Alle Bekannten mit einschlägigen Erfahrungen (Fachschaft!) nach ihren Eindrücken an den verschiedenen Lehrstühlen und von den Prüfern und Betreuern fragen
- mit den potentiellen Betreuern sprechen und Voraussetzungen der Arbeiten klären
- Den Schwierigkeitsgrad der Arbeiten abschätzen: Bei einem sehr anspruchsvollen Thema besteht die Chance, eine „strahlende“ Arbeit vorzulegen, aber man kann daran auch leichter scheitern als an einem biederen.
- und nicht zuletzt: sich klar werden über die eigene Zielsetzung (Wo liegt mein Hauptinteresse? Bei welcher Art von Firma will ich mich nach dem Studium bewerben?)

Die Prüfungsordnungen verbieten es aus gutem Grunde, daß die Arbeiten Monate im voraus vergeben werden. Es spricht aber nichts dagegen, am Lehrstuhl der Wahl allgemeine Absprachen zu treffen; wo die Kenntnis bestimmter Sprachen oder Werkzeuge notwendige Voraussetzung ist, bleibt gar keine andere Möglichkeit. Man vergewissere sich dabei, daß sich beide Seiten gleichermaßen an die Absprachen gebunden fühlen!

Das Gespräch mit dem eventuellen Betreuer bringt nicht nur Klarheit über Themenbereich und Rahmenbedingungen, sondern liefert auch Hinweise darauf, mit welcher Intensität der Betreuung zu rechnen ist: Wer keine Zeit oder Lust hat, das Thema verständlich vorzustellen, wird vermutlich auch als Betreuer nicht viel mehr Einsatz zeigen. Eine persönliche Abneigung spricht ebenfalls für eine Fortsetzung der Suche.

4.1.2 Die Zeitplanung

Jede Arbeit muß geplant werden. Um einen Zeitplan erstellen zu können, muß der Kandidat die Aktivitäten identifiziert haben, aus denen sich die Arbeit zusammensetzt. Dazu muß er die Aufgabenstellung klar verstanden haben.

Folgende Attribute definieren eine Aktivität:

- die eigentliche Aufgabenbeschreibung (z.B. Anforderungen definieren)
- das prüfbare Arbeitsergebnis (z.B. Spezifikation)
- der Termin für das Ende der Aktivität (z.B. 30.7.1991)
- mögliche Unteraufgaben (z.B. Anforderungen erfragen, ordnen, prüfen, korrigieren)

Nachdem die Aktivitäten identifiziert sind, werden sie an einem Zeitmaßstab aufgetragen; das Resultat ist ein einfaches Balkendiagramm, der Zeitplan.

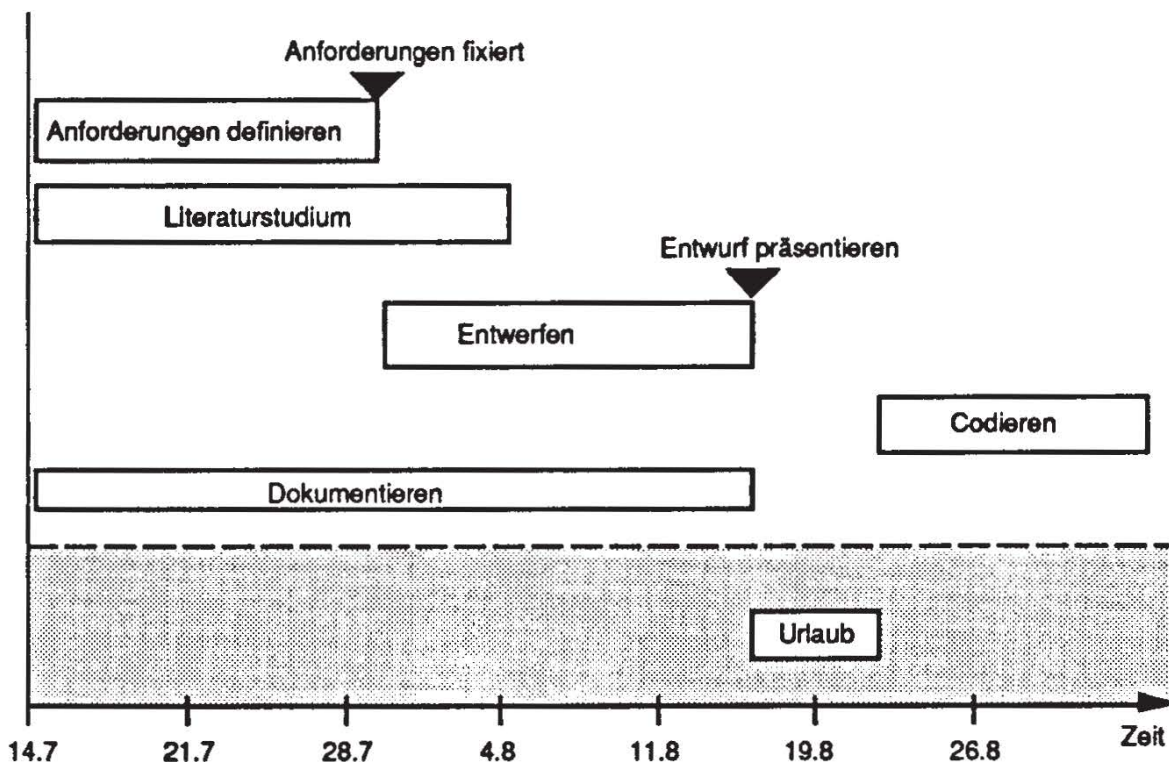


Abb. 6: Beispiel für einen Zeitplan (Fragment)

Der Zeitplan zeigt die Aktivitäten und Meilensteine über der Zeitachse. Er veranschaulicht somit die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Aktivitäten.

Darüber hinaus muß der Zeitplan auch Aktivitäten enthalten, die nicht direkt zur Arbeit gehören, aber Zeit in Anspruch nehmen werden, also z.B. die Einarbeitung ins Thema und in die Arbeitsumgebung, aber auch eine geplante Ferienreise. Abb. 6 zeigt ein (nicht abgeschlossenes) Beispiel.

Der Betreuer muß dem Kandidaten bei der Planung helfen; erfahrungsgemäß plant dieser zu optimistisch und vergißt die „Pufferzeiten“, die notwendig werden, um die unvermeidlichen Störungen und Schwierigkeiten abzufedern. Auch gehen die Kandidaten immer wieder von der falschen Vorstellung aus, daß nach Abschluß der inhaltlichen Arbeiten nur noch einige wenige Tage Schreibearbeit notwendig seien. Man sieht das den Resultaten leider an.

Der Zeitplan ist das wichtigste Instrument zur Fortschrittskontrolle. Er garantiert natürlich nicht, daß alle Arbeiten wie geplant abgeschlossen werden. Aber er stellt den Maßstab dar, an dem die tatsächlichen Fortschritte der Arbeit zu messen sind. Abweichungen sollten frühzeitig mit dem Betreuer diskutiert werden; je nach den festgestellten Ursachen ist eine Modifikation der Aufgabenstellung, eine Korrektur des Zeitplans oder im Extremfall auch ein Abbruch der Arbeit sinnvoll.

Nähere Aussagen zur Arbeits- und Zeitplanung sind z.B. in Frühauf et al. (1991) und Zehnder (1991) enthalten.

Regelmäßige Besprechungen des Kandidaten mit seinem Betreuer müssen zu Beginn der Arbeit verabredet werden. Sie haben gegenüber spontanen oder zufälligen Treffen den Vorteil, daß sich Betreuer und Kandidat darauf vorbereiten können. Der Kandidat bringt in diese Besprechungen alle Probleme und Fragen ein, die ihm bei der Arbeit gekommen sind. Dazu gehören auch Vorschläge für Änderungen am Thema. Daneben ist eine wichtige Aufgabe dieser Treffen, daß Betreuer und Kandidat zusammen den Fortschritt der Arbeit überprüfen. Falls eine Verzögerung der Arbeit auftritt, muß sofort darauf reagiert werden.

4.2 Arbeitsgestaltung

Psychologen und Arbeitswissenschaftler befassen sich seit langem mit der Frage, wie man seine Leistungsfähigkeit steigern kann; die Ratschläge dazu füllen Bände. Wir wollen damit nicht konkurrieren, sondern nur einige zentrale Prinzipien vorstellen, die unserer Meinung nach die Grundlagen für ein erfolgreiches wissenschaftliches (oder anderes geistiges) Arbeiten darstellen.

Schaffen Sie sich arbeitsfördernde Bedingungen! Dazu gehören

- ein angenehmer Arbeitsplatz; nur wer in einer Umgebung arbeitet, in der er sich wohlfühlt, kann seine Leistungsfähigkeit voll ausschöpfen.
- ein glatter Einstieg ohne Hürden; wer z.B. lange Zeit nach Papier und Bleistift oder anderen Arbeitsmaterialien suchen muß, verschwendet einen großen Teil seiner Energie.
- feste Arbeitsgewohnheiten, z.B. Zeiteinteilung und Pausenregelung.

Formulieren Sie überprüfbare Teilziele! Zielloses Arbeiten verbraucht Zeit und Energie, liefert aber kein Ergebnis. Bei jeder Tätigkeit sollten zu Beginn die Ziele, die erreicht werden sollen, bestimmt und am besten schriftlich formuliert werden.

Die Formulierung der Ziele ist aber sinnlos, solange sie nicht überprüft werden. Deshalb müssen Sie einen **Kontrollmechanismus einführen**, der zu einer regelmäßigen Überprüfung der Teilziele zwingt. Ein Zwang wird meist schon dadurch erreicht, daß die Ziele permanent sichtbar sind: Zeitvorgaben werden kurzfristig mit Arbeitszeitlisten und langfristig mit einem Wandkalender kontrolliert, jedes Ziel wird auf einer Karte notiert, die man an die Wand heftet und erst abnimmt, wenn das Ziel erreicht ist.

Schließlich noch eine Bemerkung zu den **Werkzeugen**: Ein guter Ingenieur hebt sich vom Handwerker ab, indem er die Probleme nicht an der Maschine löst, sondern auf der Zeichnung. Das gleiche gilt für den guten Informatiker, auch er braucht (zunächst) vor allem Papier und Bleistift, nicht Rechner und Compiler. Die wesentliche Tätigkeit ist die Aufarbeitung und Fortsetzung anderer wissenschaftlicher Arbeiten, nicht die Textverarbeitung (vgl. dazu auch 5.2.3). Besonders unergiebig ist die Arbeit am Rechner, wenn der Kopf leer ist; die Muse küßt uns am Bildschirm nicht. Und es gilt auch hier die CASE-Tool-Weisheit: *A fool with a tool is still a fool!*

Der Rechner ist *später* sehr nützlich, wenn wir die Resultate sauber dokumentieren und verwalten müssen. Vielen zukünftigen Informatikern mangelt es dazu allerdings an den einfachsten handwerklichen Fähigkeiten. Wer jeden Tag mit Tastaturen zu tun hat, sollte sie auch handhaben können, blind und mit allen zehn Fingern.

4.3 Der Umgang mit der Fachliteratur

Im Kapitel 3 wurde dargelegt und begründet, daß wir — anders als die möglichst originellen Künstler — in wissenschaftlichen Arbeiten alle geeigneten und verfügbaren Resultate anderer Forscher zugrundelegen.

Die meisten dieser Resultate liegen in gedruckter Form vor: Zeitschriftenartikel, Buchveröffentlichungen, Tagungsbände, Dissertationen, Studien- und Diplomarbeiten usw. Das heißt, eine wesentliche Tätigkeit der wissenschaftlichen Arbeit ist der Umgang mit Papier. Sorgfältig recherchierte und aufgearbeitete Literatur liefert das wesentliche Fundament der Arbeit und hilft, Wiederholungen und Luftschlösser zu vermeiden.

Wie Abb. 5 (am Beginn des Kapitels 4) andeutet, ist der Umgang mit Literatur ein Prozeß, der mit der Suche, Beschaffung und Verarbeitung von Publikationen beginnt und schließlich als sichtbares Ergebnis der Arbeit eine neue Veröffentlichung hervorbringt; dabei laufen diese Tätigkeiten nicht nacheinander ab, sondern verzahnt, wobei das Hauptgewicht anfangs auf dem Sammeln liegt, um sich dann auf die Auswertung und am Ende auf die eigene Ausarbeitung zu

verlagern. Nur der systematischen Darstellung wegen sind sie hier nacheinander beschrieben.

4.3.1 Literatursuche

Im ersten Schritt der Literaturarbeit sucht man einschlägige Publikationen, und zwar zunächst im logischen Sinne, also *Literaturangaben*. Dazu muß man wissen, welche Publikationen es gibt und wo Literaturangaben zu finden sind.

Die folgende Tabelle 1 zeigt die Arten der Fachliteratur mit ihren Vor- und Nachteilen.

Alle drei Kategorien bieten Literatur der unterschiedlichsten Qualität; grob — und in einzelnen Fällen unzutreffend — kann man sagen, daß ein renommierter Verlag weniger Schund auf den Markt bringt als ein Hinterhof-Vervielfältiger, der von „Tips und Tricks-Büchern“ lebt. Entsprechend ist es auf einer bekannten internationalen Tagung schwieriger als auf einem regionalen Workshop, ein windiges Paper unterzubringen. (Die Tatsache, daß eine Tagung weit weg stattgefunden hat, ist allerdings kein Qualitätsmerkmal.) Beiträge in wissenschaftlich renommierten Zeitschriften, wie sie von den großen Verbänden herausgegeben werden (z.B. IEEE Transactions on Software Engineering, Communications of the ACM, GI Informatik-Spektrum) werden referiert, d.h. von Gutachtern streng gesiebt und meist noch nach deren Anweisungen verbessert. Nichtreferierte Zeitschriften sind daher nur mit größter Vorsicht zu verwenden. Der Betreuer kann bei der Wahl der in Frage kommenden Zeitschriften helfen.

Typ der Publikation	Vorteile	Nachteile
Lehrbuch	leicht zu beschaffen inhaltlich umfassend eher distanziert, vergleichend (d.h. fast objektiv)	selten sehr aktuell oft unspezifisch für neue Forschungsgebiete nicht vorhanden
Zeitschriftenartikel	themenspezifisch aktuell	oft einseitig (der Autor zeigt nur die Stärken seiner Idee, nicht die Schwächen)
Beitrag im Tagungsband	wie Zeitschriftenartikel, aber noch aktueller	wie Zeitschriftenartikel, aber weniger ausgereift

Tab. 1: Arten der Fachliteratur

Literaturangaben findet man außer in der Literatur selbst in einigen speziellen Quellen. Für die hier betrachteten Arbeiten kommen in Frage (Abb. 7):

- Literaturliste in der Aufgabenstellung
- Hinweise des Betreuers und anderer Fachleute
- Referenzen in einer möglichst aktuellen Veröffentlichung
- Sammlungen von Literaturhinweisen (z.B. „Key Abstracts“, die nach Themengebieten getrennt monatlich publiziert werden; relativ teuer, darum schwer zu beschaffen)
- Jahrgangsregister in Zeitschriften (meist im letzten Heft jedes Jahrgangs, nach Autoren und nach Sachgebieten geordnet)
- Bibliothekskataloge (Stichwort-Katalog, systematischer Katalog)
- Literaturdatenbanken

Vor allem durch eine aktuelle Veröffentlichung mit guten Literaturangaben wächst die Literaturliste oft lawinenartig an, denn man findet Arbeiten, die weitere interessante Referenzen enthalten usw. Um nicht in Papier zu ertrinken, muß man dann die auszuwertende Literatur wieder stark einschränken. Zuvor braucht man allerdings einen gewissen Überblick, sonst läuft man Gefahr, wichtiges auszugrenzen. Man sollte die Literatur also zu Beginn oberflächlich auswerten, wie es im ersten Schritt der PQ4R-Methode (4.3.4) beschrieben ist.

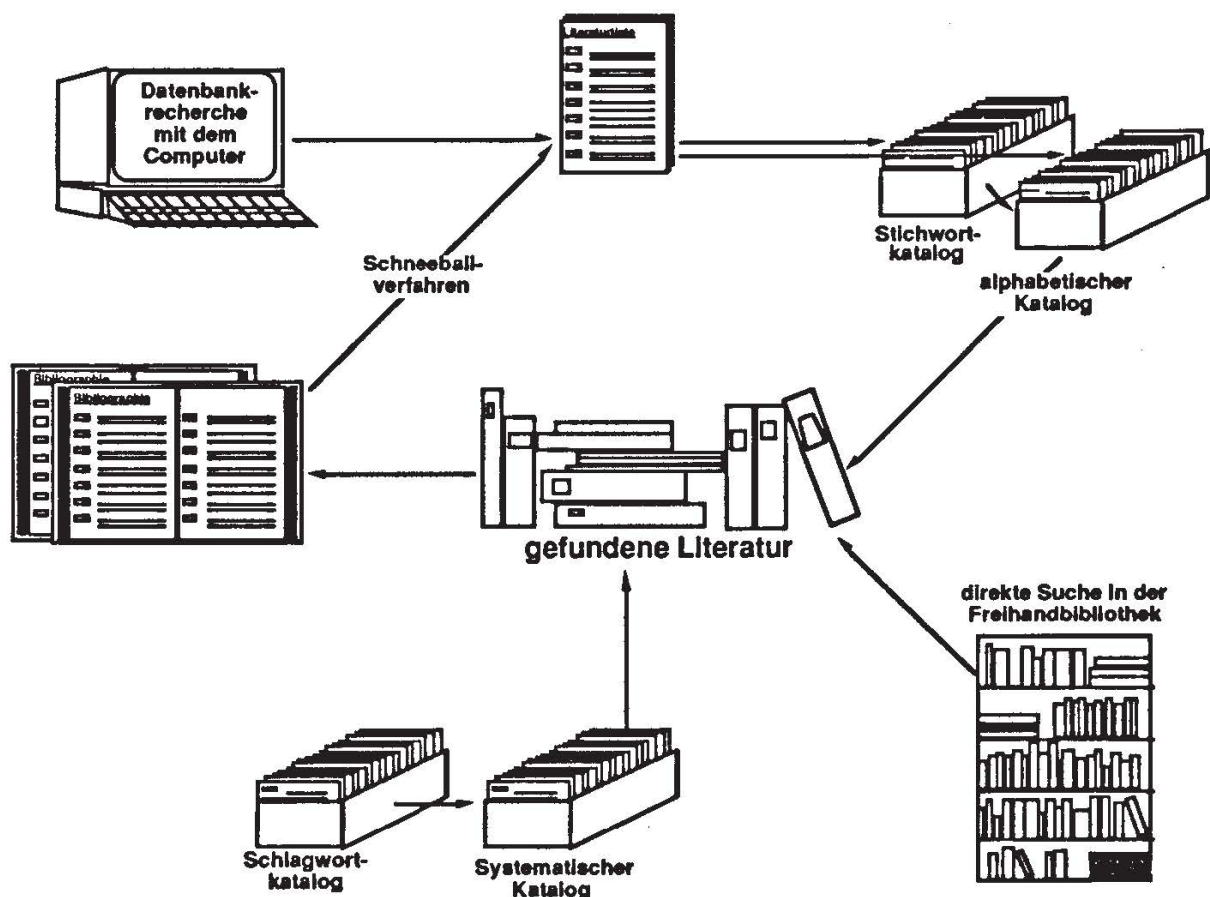


Abb. 7: Literatursuche

In schwierigen Fällen kann man im **systematischen Katalog** der Bibliothek mit der Suche beginnen. Dort sind die Veröffentlichungen hierarchisch nach Sachgebieten geordnet. Allerdings ist dieser Katalog selten aktuell und enthält keine einzelnen Zeitschriften-Artikel. Ähnliches gilt für den **Stichwortkatalog**, der meist nur auf einer oberflächlichen Auswertung der Literatur beruht, vor allem der Titel.

Eine weitere Möglichkeit, ein Sachgebiet gründlich zu erschließen, bietet die **Recherche in einer Literaturdatenbank**: Sie liefert sehr schnell viele Referenzen (womöglich zu viele). Allerdings setzt die Arbeit mit einer solchen Datenbank voraus, daß man sich in dem betreffenden Fachgebiet bereits auskennt, da das Ergebnis bei schlechter Eingrenzung entweder lückenhaft oder zu umfangreich und damit teuer und unübersichtlich ist. Man wende sich bei Interesse an die Mitarbeiter der Universitätsbibliothek, die sowohl die Zugriffsrechte als auch die notwendigen Kenntnisse dafür besitzen.

Steht eine gut sortierte Handbibliothek zur Verfügung, so können die Veröffentlichungen auch direkt gesucht werden. Insbesondere bei Zeitschriften und Tagungsbänden, die nirgends systematisch erfaßt sind, ist es sinnvoll, direkt zu suchen. Einmal jährlich, meist im letzten Heft, erscheint ein **Jahresregister**. Dieses ist meist in zwei Formen abgedruckt, nach Verfassern und nach Sachgebieten geordnet; man durchsucht die Register der jüngsten Jahrgänge nach Artikeln im gewünschten Fachgebiet. In ähnlicher Weise kann man die **Inhaltsverzeichnisse** der neueren Tagungsbände themennaher Konferenzen durchsehen.

4.3.2 Literaturbeschaffung

Hat man eine vollständige Literaturangabe, so kann man die Arbeit auch beschaffen. Soweit es sich um Bücher und Tagungsbände handelt, findet man sie über den **alphabetischen Katalog** der Bibliothek, der nach den Namen der Verfasser oder Herausgeber geordnet ist. Fehlt das Buch in der eigenen Bibliothek, so kann man es über die Fernleihe aus einer anderen bestellen, muß dann allerdings oft mehrere Wochen darauf warten. In schwierigen Fällen kann es sich durchaus lohnen, zur Literatur zu reisen (z.B. an eine große Universitätsbibliothek).

Zeitschriften sind nur mit ihren Namen (z.B. „Communications of the ACM“) und meist separat katalogisiert. Da Zeitschriften-Abonnements viel Geld kosten, sind in kleineren Bibliotheken nur wenige Zeitschriften vorhanden; fehlt das Benötigte, so suche man bei den Bibliothekaren Rat. Um einen bestimmten Artikel zu finden, braucht man Jahrgang und Seitenzahl, eventuell auch die Heftnummer, wenn die Seiten eines Jahrgangs nicht fortlaufend numeriert sind. Ist nur der Jahrgang bekannt, dann hilft das Register, meist im letzten Heft jedes Jahrgangs abgedruckt.

Zeitschriftenartikel und Tagungsbeiträge sollten kurz geprüft und bei Eignung am besten kopiert werden, da sie in der Regel nicht verliehen werden.

Tabelle 2 faßt die zur Beschaffung notwendigen Angaben zusammen. Wer je Probleme mit schlampigen Literaturangaben hatte, sollte vom schlechten Vorbild lernen und *seinen* Lesern diesen überflüssigen Ärger ersparen.

Typ der Publikation	zum Auffinden notwendige Angaben	weitere Angaben in der Referenz
Lehrbuch	Autor, Titel; Auflage, falls nicht 1. Aufl.	Verlag, Erscheinungsort
Zeitschriftenartikel	Zeitschrift, Jahrgang, Seiten- zahlen, evtl. Heftnummer	Autor, Titel des Artikels
Beitrag im Tagungsband	Herausgeber (oder Reihe), Name der Tagung, Jahr, Seiten	Autor, Titel des Beitrags

Tab. 2: Angaben zum Auffinden und Referenzieren der Literatur

4.3.3 Literaturverwaltung

Gleichzeitig mit der Suche und Beschaffung der Literatur muß das gefundene Material registriert werden. Dabei spart es viel Arbeit, die Registrierung so früh wie möglich durchzuführen; d.h. die entdeckten Literaturangaben sollten sofort in die eigene Sammlung von Referenzen übernommen werden (siehe Abb. 8). Zur Registrierung haben sich Karteikarten im Format DIN A6 bewährt. Der Vorteil einer solchen Kartei gegenüber einer Datenbank liegt darin, daß man vor den Widrigkeiten der Informatik, z.B. Plattenfehlern und Stromausfällen, auch Systemwechseln, geschützt ist und die Karten überall, auch in der Bibliothek, beschriften oder verwenden kann.

Die Karteikarten sollten die in der Tabelle 2 genannten Informationen enthalten, außerdem den Standort, also bei entliehenen Materialien die Bibliothek und Signatur der Veröffentlichung, bei eigenen Materialien den Platz in der eigenen Sammlung; Kopien legt man am besten in Ordnern ab, die durch Buchstaben bezeichnet sind, und nummeriert sie fortlaufend. Die Signatur „X 10“ auf einer Karteikarte gibt an, daß der zugehörige Artikel in dem Ordner „X“ als zehnte Kopie zu finden ist (am besten rückwärts abgelegt, also X10 vor X9 geheftet, usw.).

Weitere Angaben auf den Karteikarten sind:

- das Datum der Aufnahme (um Inkonsistenzen auflösen zu können)
- Stichwörter oder eine Inhaltsangabe
- ggf. der Ausleiher (mit Datum)

Eine zweite Kartei, nach Stichwörtern geordnet, wird sinnvoll, wenn man den Überblick zu verlieren droht (typisch bei der Vorbereitung einer Dissertation). Jede Karte darin enthält Querverweise auf den alphabetischen Katalog.

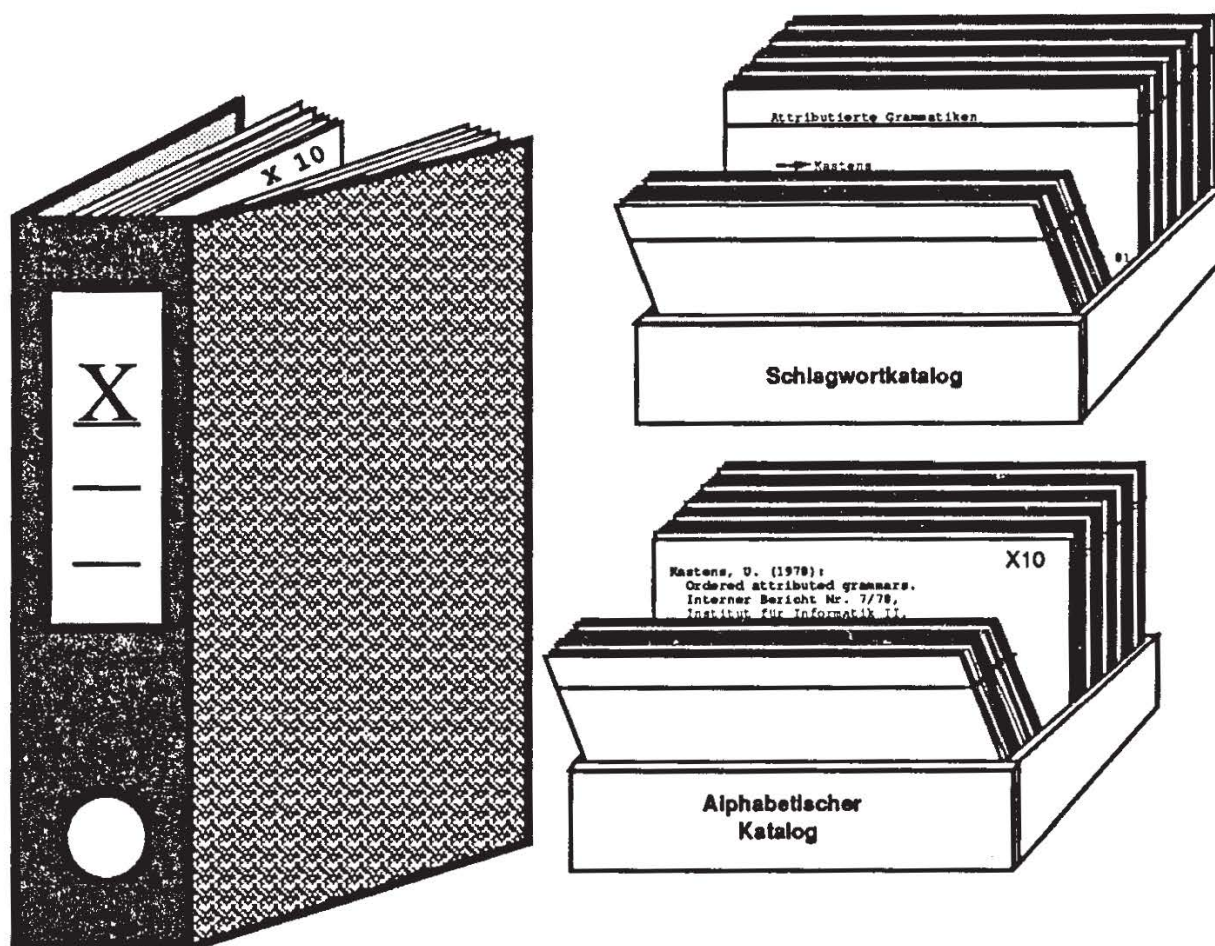


Abb. 8: Beispiel für ein Schlagwort: „attributierte Grammatiken“, mit zugehörigen Nachweiskarten und dem Ablageort eines Artikels

4.3.4 Literaturnachbearbeitung

Bei der Auswertung der Literatur kommt es darauf an, die zentralen Aussagen zu erkennen und für die eigene Arbeit aufzunehmen. Eines der Verfahren zur Bearbeitung der Literatur ist die PQ4R-Methode (nach einem Faltblatt des Springer-Verlags). Bei langen Texten und Büchern kann es kapitelweise angewandt werden.

Schritt 1: (Preview) Verschaffen Sie sich einen Überblick des Textes. Autor, Titel und Untertitel, Verlag und Veröffentlichungsreihe, Erscheinungsjahr und Auflage, Vorwort und Inhaltsverzeichnis sind wichtige Hinweise zur groben Einordnung. Danach sollte der Text „diagonal gelesen“ werden, also vor allem Überschriften, Bildlegenden, Hervorhebungen.

Schritt 2: (Questions) Leiten Sie aus dem gewonnenen Überblick Fragen ab, die Sie mit dem Text beantworten wollen. Schreiben Sie die Fragen auf.

Schritt 3: (Read) Lesen Sie den Text und versuchen Sie, Ihre Fragen zu beantworten. Streichen Sie die relevanten Stellen an oder, falls es nicht Ihr eigenes Papier ist, schreiben Sie sie heraus (mit genauer Quellenangabe!).

Schritt 4: (Reflect) Setzen Sie den Inhalt beim Lesen laufend in Bezug zu bereits Bekanntem, suchen Sie Argumente oder Gegenargumente, Beispiele oder Gegenbeispiele.

Schritt 5: (Recite) Versuchen Sie den Text (mündlich) in eigenen Worten wiederzugeben.

Schritt 6: (Review) Gehen Sie den gesamten Text rückblickend durch. Konnten alle Fragen geklärt werden? Formulieren Sie eine abschließende Kritik auf der Rückseite der Karteikarte, die diesen Text erfaßt!

Stellt sich bei einem der Schritte heraus, daß der Aufwand nicht den erwarteten Nutzen bringt, so kann man den Text in der Kartei kurz charakterisieren und weitergehen.

4.3.5 Literaturverweise und -angaben

In 4.3.2 wurde schon gesagt, welche Angaben zur Literatur notwendig sind. Die folgenden Beispiele sind am sogenannten Harvard-System orientiert, wo fettgedruckt wird, was im Katalog einer Bibliothek eingetragen ist, also der Buch- oder Zeitschriftentitel. Man kann natürlich auch einen anderen Stil wählen, doch sollte man sich in jedem Fall für eine standardisierte Form entscheiden. Denn bei einer Eigenerfindung überwiegen erfahrungsgemäß die Nachteile.

Die **Literaturangaben**, also die vollständigen Angaben der Quellen, werden alphabetisch nach dem (ersten) Autor geordnet; ist dieser mehrfach in der Liste vertreten, so ist die Reihenfolge durch das Erscheinungsjahr bestimmt. Der Titel des Buches, des Tagungsbandes oder der Zeitschrift (mit Angabe des Jahrgangs) ist fett gesetzt. In der folgenden Literaturliste (siehe unten) sind Beispiele für Bücher (Boehm, 1981; Sebesta, 1989), Beiträge in Tagungsbänden, Zeitschriftenartikel (Dittrich et al., 1985; Card, Church, Agresti, 1986; Wirth, 1987a), Berichte und Dissertationen (IEEE, 1990; Wirth, 1987b; Zuse, 1985), unveröffentlichte Schriften, also solche, die nicht offiziell zugänglich sind (McCall, Matsumoto, 1980), und private Mitteilungen (Wirth, 1987c) enthalten.

Die Beispiele zeigen auch, wie man verfährt, wenn ein Autor mit derselben Jahreszahl mehrfach vertreten ist. Gibt es mehr als drei Autoren, so wird der Verweis (nicht die Angabe) abgekürzt. Der folgende (inhaltlich sinnlose) Text zeigt weitere Beispiele für **Literaturverweise**. Wo auf einen speziellen Punkt einer längeren Arbeit Bezug genommen wird, ist auch die Seite anzugeben.

Das Problem der Programmfamilien wurde von Parnas (1978) behandelt. Eine neuere objektorientierte Programmiersprache ist Oberon (Wirth, 1987a, 1987b). Ursprünglich war darin eine sehr einfache Speicherzuteilung vorgesehen (Wirth, 1987c). Durch Allokation auf der Halde (dem *heap*) kann man diesem Problem ausweichen (vgl. Sebesta, 1990, p. 231 ff.). Mit DAMOKLES haben Dittrich et al. (1985) ein „non-standard Data Base System“ realisiert. Wenn die Wartungskosten der Software nicht berücksichtigt werden, sind die Ergebnisse oft überraschend (Card, Church, Agresti, 1986).

- Boehm, B.W. (1981): **Software Engineering Economics**. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Card, D.N., V.E. Church, W.W. Agresti (1986): An empirical study of software design practices. **IEEE Transactions on Software Engineering**, SE-12, 2, 264-271.
- Dittrich, K.R., A.M. Kotz, J.A. Mülle, P.C. Lockemann (1985): Datenbankunterstützung für den ingenieur-wissenschaftlichen Entwurf. **Informatik-Spektrum**, 8, 113-125.
- IEEE (1990): Standard glossary of software engineering terminology. **IEEE Std 610.12-1990**.
- McCall, J.A., E.T. Matsumoto (1980): Report RADC-TR-80-109, Vol. I (Software Quality Metrics Enhancements) und Vol. II (Software Quality Measurement Manual). Rome Air Development Center, unveröffentlicht.
- Parnas, D.L. (1978): Designing software for ease of extension and contraction. **3rd Intern. Conf. on SE**, IEEE Comp. Soc. Press, pp.264-277. auch in **IEEE Transactions on Software Engineering**, SE-5, 3 (1979).
- Sebesta, R.W. (1989): **Concepts of Programming Languages**. Benjamin/Cummings, Redwood City, California, etc.
- Wirth, N. (1987a): Extensions of record types. **SIGCSE-Bulletin**, 19, 2, 2-9.
- Wirth, N. (1987b): **From Modula to Oberon and the programming language Oberon**. Bericht 82 des Instituts für Informatik, ETH Zürich, September 1987
- Wirth, N. (1987c): Realisierung der Speicherzuteilung in Oberon mit „implementation hints“. private Mitteilung.
- Zuse, H. (1985): **Meßtheoretische Analyse von statischen Softwarekomplexitätsmaßen**, Technische Universität Berlin, Fachbereich Informatik, Dissertation.

Aus unerfindlichen Gründen ist es üblich, die Literaturangaben im kleinsten verfügbaren Font ohne Zwischenräume und sonstige optische Struktur zusammenzupressen. Eigentlich schade, wenn man bedenkt, daß die Referenzen nicht selten der brauchbarste Teil einer Veröffentlichung sind! Randausgleich schadet allerdings oft mehr, als er nützt.

Beim Abschluß der Arbeit sollte man prüfen, ob genau die im Text referenzierten Publikationen — und nur diese — auch in der Literaturliste enthalten sind, ob also Literaturverweise und -angaben konsistent sind. Dabei kann eine geschickt genutzte Textverarbeitung sehr hilfreich sein (z.B. durch automatische Erstellung einer Liste der Verweise zum Abgleich gegen die Liste der Literaturangaben).

5. Aufbau und Inhalt von Berichten

5.1 Anforderungen

Jede Studien-, Diplom- und Doktorarbeit wird durch eine mehr oder minder umfangreiche Schrift dokumentiert. Die Assoziation zwischen Arbeit und Schrift ist so eng, daß man letztere auch als „die Arbeit“ bezeichnet, obwohl sie nur das *Resultat* der Arbeit darstellt. Um den Unterschied hier klar zu machen, sprechen wir vom **Bericht**. Der Bericht ist also das — im allgemeinen auf Papier abgegebene — Resultat einer Arbeit.

Berichte werden nicht für ihre Verfasser geschrieben, sondern für Leser, die

- für das Lesen gewonnen werden müssen
- möglichst wenig Mühe und Zeit für das Lesen verwenden wollen
- einen Gegenwert erwarten (in der Regel neue Einsichten)
- sich für das Thema des Texts interessieren, davon aber weniger wissen als der Verfasser

Entsprechend gibt es für Berichte Regeln. Sie zielen darauf,

- möglichst deutlich zu machen, wer von dem Bericht profitieren könnte (und damit auch, wer nur frustriert wird)
- den Zugang zum Thema zu erleichtern
- das Lesen so angenehm wie möglich zu machen, sowohl durch die äußere wie auch durch die inhaltliche Gestaltung, beispielsweise durch eine leicht erkennbare und mit dem Inhalt korrespondierende Gliederung
- Alles so knapp wie möglich darzustellen

5.2 Bestandteile und Entstehung eines Berichts

5.2.1 Komponenten

Ein Bericht enthält typisch folgende Komponenten, die hier in der meist (nicht immer) sinnvollen Sequenz genannt sind. Natürlich *entstehen* die Kapitel in einer ganz anderen Reihenfolge (siehe 5.2.3).

Deckblatt mit allen bibliographischen Angaben, Zusammenfassung

Inhaltsverzeichnis, evtl. auch Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen usf.

Aufgabenstellung

Übersicht der einschlägigen Literatur und anderer Grundlagen

Eigener Lösungsansatz

Beschreibung der Lösung (Ausführung)

Resultate, Bewertung

Kritischer Rückblick auf den Verlauf der Arbeit

(Anhänge)

Literaturverzeichnis

Titel und Zusammenfassung (Abstract) bilden zusammen das Schaufenster jedes Berichts. Wie in einem realen Schaufenster sollte auf kleinem Raum genau das gezeigt werden, was tatsächlich vorhanden ist, nicht mehr und nicht weniger. Ist zuviel angeboten, so entsteht beim Leser der Eindruck der Hochstapelei; andererseits geht mancher Interessent verloren, wenn Hinweise auf wichtige Resultate fehlen.

Das **Inhaltsverzeichnis**, also die kompakte Zusammenstellung der Überschriften, soll Struktur und Schwerpunkte der Arbeit zeigen. Daher müssen die Überschriften aussagekräftig sein, gewissermaßen kürzeste Zusammenfassungen des jeweiligen Inhalts, nach Möglichkeit nicht mehr als eine Zeile, die keine Abkürzungen enthält. Da sich während der Arbeit im Inhalt noch oft Verschiebungen und Veränderungen ergeben, sollten die Überschriften am Ende überprüft und korrigiert werden. Viele Textsysteme erzeugen dann das Inhaltsverzeichnis automatisch.

Die **Übersicht der einschlägigen Literatur und anderer Vorarbeiten** beschreibt die Ausgangssituation der Arbeit („Was war vorhanden, als ich begonnen habe?“)

Der **eigene Lösungsansatz** ist das Herz der Arbeit. Es sollte nicht vom folgenden Teil, der **Lösungsbeschreibung**, dominiert werden. Leider fehlt gerade dieser zentrale Teil in vielen Berichten. Ein paar Sätze zum Thema, und dann ab in die Codeebene! Das ist wie eine Reise, bei der der Aufenthalt am Zielort gestrichen ist (Abb. 9a).

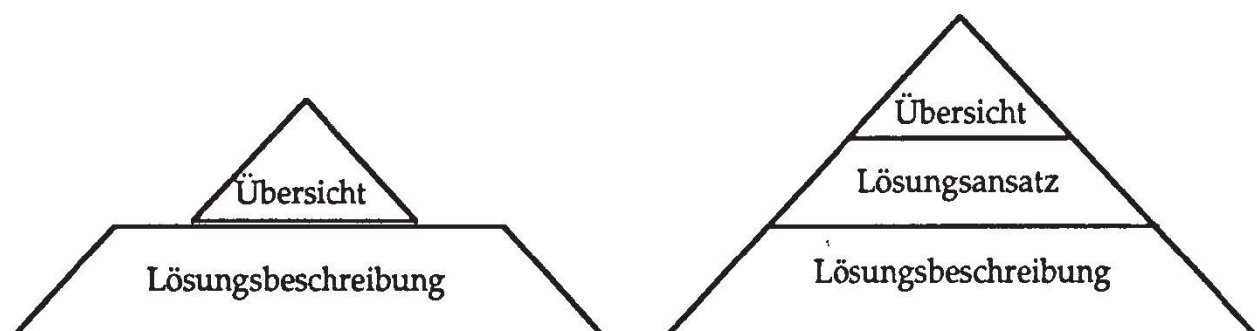


Abb. 9: Die Position des Lösungsansatzes: Wie es (oft) ist, und wie es sein sollte

Die **Resultate** sind die Ernte, die mit der Arbeit eingefahren wird. Die **Bewertung** ordnet diese Resultate in die zuvor unter den Grundlagen beschriebene Ausgangssituation ein.

Der abschließende **Rückblick** sollte den Bericht in die reale Welt einbinden, indem er einerseits die Themenstellung diskutiert, andererseits die zuvor

präsentierten Resultate kritisch würdigt. Hier sollten auch Irrwege erwähnt und diskutiert werden, denn es geht nicht nur um das Resultat, sondern auch um den *Prozeß* seiner Entstehung.

Das **Literaturverzeichnis** ist je nach Qualität eine Fundgrube oder ein Ärgernis (siehe dazu, und auch zu Anhängen, 4.3.5 und 5.2.2).

Ein Register ist in Berichten der hier besprochenen Art kaum sinnvoll; es ist außerordentlich nützlich in Lehrbüchern und Nachschlagewerken, doch um solche geht es ja nicht. Entsteht im Rahmen der Arbeit auch ein Handbuch, so ist dieses ebensowenig Teil des Berichts wie die Software; es gehört zu den „Asservaten“.

5.2.2 Entstehungsreihenfolge der Komponenten

Ein Bericht wächst nicht linear, sondern an vielen Stellen quasi-parallel. Dabei gerät der Kandidat natürlich auch immer wieder in Sackgassen. In der Endfassung braucht der Bericht aber nicht mehr alle Irrwege und unergiebigem Quellen zu enthalten, man orientiere sich am Prinzip der Software-Dokumentation, wie es Parnas und Clements (1986) vorgeschlagen haben.

Als erstes wird die **Literaturliste** angelegt, schlampiger Umgang mit Referenzen kann eine Arbeit beträchtlich verzögern (oder ihren Wert mindern).

Die **Aufgabenstellung** und die **Übersicht der einschlägigen Literatur und anderer Vorarbeiten** liegen durch die Aufgabe und die Angaben des Betreuers in einer vorläufigen Fassung vor.

Als nächstes entsteht eine Gliederung, die oberste Ebene des **Inhaltsverzeichnisses**. Mit der Gestaltung der einzelnen Abschnitte wird dieses weiter verfeinert.

Nun wächst der **eigene Lösungsansatz**, er sollte inhaltlich weitgehend ausgereift sein, bevor die Lösung beschrieben wird. Es folgen schließlich die Resultate, ihre Bewertung und ein kritischer Rückblick auf den Verlauf der Arbeit.

Sind Teile der Lösung allzu umfangreich geworden, so werden sie meist in **Anhänge** verdrängt. Das gilt vor allem für Programmcode. Wir raten von diesem Kompromiß ab. Weniger ist oft mehr, und Anhänge werden in der Regel doch nicht gelesen. Darum: Keinen Code (mit Ausnahme exemplarischer Auszüge) in die Arbeit. Der Betreuer muß natürlich den Code angesehen und geprüft haben. Aber die Chemiker heften ja ihre neuen Verbindungen auch nicht zur Diplomarbeit, nur deren Synthese-Verfahren, die unserem Entwurf entsprechen. Der Drang, den Code vorzuführen, spiegelt meist die Unfähigkeit, den Entwurf zu beschreiben.

Auf die Gestaltung der **Literaturliste** war bereits in 4.3.5 eingegangen worden. Man stellt sie am besten an das Ende (auch hinter irgendwelche Anhänge), weil man sie beim Lesen sonst immer wieder suchen muß. Nur ein Stichwort-

verzeichnis, das allerdings in einer Diplomarbeit kaum sinnvoll ist, sollte noch hinter der Literaturliste stehen.

Jeder Text bedarf zum Schluß einer Revision, sowohl auf der syntaktischen wie auf der inhaltlichen Ebene (siehe 5.2.3). Leider merkt man vielen Berichten an, daß diese dem Zeitdruck zum Opfer gefallen ist. Der Leser muß sich dann mit einem zusammengewürfelten Text, orthographischen Schlampereien und einer mehr oder minder zufälligen Interpunktion herumschlagen. Wer den Leser schnell und sicher verärgern will, verzichte auf diese Durchsicht!

Das Deckblatt und die Zusammenfassung entstehen ganz zum Schluß. Wer bedenkt, daß viele Leute nichts anderes ansehen, wird sich dabei besondere Mühe geben.

5.2.3 Text-Verarbeitung

Um den Bericht zu erzeugen, ist die Text-Verarbeitung, wie sie z.B. auf PCs angeboten wird, außerordentlich nützlich. Anders als in der Ära der Schreibmaschinen können Dokumente nun mit minimalem Aufwand immer wieder geändert und umgeordnet werden. Außerdem läßt sich der Bericht auch in gefälliger Form drucken.

Damit sind allerdings zwei Gefahren verbunden:

Gerade Leute, die zum erstenmal diese Möglichkeit haben, neigen dazu, sich in die Textverarbeitung zu verlieben und schließlich anstelle eines inhaltsschweren Berichts ein besonders elaboriertes Beispiel für die Anwendung des Textsystems zu liefern. Dazu beanspruchen sie natürlich den mehr oder minder exklusiven Zugriff auf teure Laserdrucker. In der Wissenschaft ist das Medium *nicht* die Botschaft! Eine Arbeit soll optisch sauber und übersichtlich sein, nicht herausgeputzt. Zuviel Politur wirkt verdächtig.

Die zweite Gefahr ist subtiler. Bei der Arbeit mit der Schreibmaschine durchlief ein Text wenige, klar abgegrenzte Stadien. Nachdem er zunächst von Hand geschrieben war, wurde er in der Regel mindestens zweimal getippt. Vor allem, wenn der Autor selbst an der Maschine saß, war es nahezu gleichgültig, wie groß die Veränderungen waren: Jeder Satz wurde erneut gelesen, verbessert und geschrieben.

Die Textverarbeitung legt es nahe, die Gedanken, die Sätze unverändert zu lassen, wenn sie irgendwann einmal gespeichert worden sind. *Cut & Paste* läßt sich ohne inhaltliche Prüfung anwenden, und so entstehen die Arbeiten kumulativ. Heute gibt es daher sicher viele Arbeiten, die von ihren Autoren nicht ein einziges Mal durchgehend gelesen worden sind.

Für den Prüfer (und womöglich weitere Leser) gilt das natürlich nicht. Darum sollten sich auch die Nutznießer der Textverarbeitung gelegentlich entschließen, noch einmal von null zu beginnen, wenn die Inhalte der Arbeit einigermaßen beisammen sind. Nur so kann ein großer Wurf entstehen. (Man vergleiche den Eindruck, den die Bauten am „Grande Place“ in Brüssel machen. Sie wirken trotz

ihrer Vielfalt stilistisch völlig geschlossen, weil sie nach einem verheerenden Feuer völlig neu aufgebaut werden mußten.)

Eine ganz andere Gefahr besteht im Verlust der Daten. Wer nicht in kurzen Intervallen den Stand sichert, ist selbst schuld!

5.3 Formen wissenschaftlicher Aussagen

Eine wissenschaftliche Arbeit stützt sich natürlich nicht nur auf meßbare Resultate, sondern auf verschiedene Arten von Argumenten. Sie werden nachfolgend zusammen mit den Merkmalen und Anforderungen aufgelistet:

5.3.1 Zitate

Indem der Verfasser einen anderen Autoren zitiert, „importiert“ er dessen Gedanken und Resultate in seine eigene, soweit er sie nicht durch seinen Kommentar relativiert. Darum ist es nicht nur unseriös, sondern auch riskant, ungelesene Quellen zu zitieren.

Damit die Verfolgung von Zitaten auch praktisch möglich ist, sollten alle Referenzen präzise sein und grundsätzlich nur solche Quellen zitiert werden, die allgemein zugänglich sind. Ausnahmen davon sind manchmal erforderlich, um ein Plagiat zu vermeiden. Zweifellos ist eine korrekte, aber schwer zugängliche Referenz besser als die Annektion fremder Gedanken. Im extremen Fall, daß man eine Idee zugeflüstert bekam, kann man beispielsweise unter Weizsäcker (1991) als Referenz den Hinweis auf ein privates Gespräch in Bonn anführen; aber das sollte natürlich nicht zur Regel werden. Die praktische Gestaltung der Literaturverweise und -angaben war schon in 4.3.5 beschrieben worden.

Wörtliche Zitate sind im technischen Bereich eher selten, sie sind als solche zu kennzeichnen, z.B. durch entsprechende Hervorhebung; wenn sie nur die Rolle eines Mottos spielen, genügt der Name des Urhebers.

Nullum est iam dictum, quod non sit dictum prius
(Es gibt kein Wort, das nicht schon gesagt wäre)
Terenz

5.3.2 Gesicherte Grundlagen

Wer eine Arbeit schreibt, geht von gewissen Grundlagen aus, die als gesichert gelten. Diese sind für die Wissenschaft, was der Kompost im Garten ist: Entstanden durch Auflösung des früher Gewachsenen, wobei die ursprüngliche Gestalt verlorengeht und nur die Substanz übrigbleibt. Wer also mit natürlichen Zahlen arbeitet, muß darum nicht Peano zitieren, denn seine Resultate sind Allgemeingut geworden. Das gleiche gilt für zahlreiche Begriffe in der Informatik (z.B. Compiler, Kellerspeicher, Transaktion). Bei einigen neueren Konzepten (etwa Information Hiding, Relationenmodell) gibt es wohl noch eine erkennbare Beziehung zu den Urhebern, doch ist es fraglich, ob man wirklich noch an die (in diesen Zusammenhängen regelmäßig zitierten) Publikationen von Parnas bzw.

Codd denkt. Als Verbeugung vor den Urhebern genügt hier auch eine Erwähnung ihres Namens *ohne* Referenz.

Generell ist in der Informatik größte Skepsis gegenüber den „gesicherten Grundlagen“ angebracht; sehr viel ist wirklich noch nicht unbestritten. Was der eine als Binsenweisheit betrachtet, ist für den anderen eine gewagte Hypothese. In einer Arbeit sollte also der Bekanntgabe ihrer Voraussetzungen lieber etwas zu viel als zu wenig Raum gegeben werden, dann ist man auf der sicheren Seite.

5.3.3 Arbeitshypothesen

Wenn man einen unbekanntem Raum mit vielen unbeschrifteten Türen verlassen will, wird man sich nach kurzem Zögern auf gut Glück für eine der Türen entscheiden. Diese Entscheidung rational zu begründen wäre unsinnig, es mußte einfach entschieden werden, wie auch immer.

Bei einer wissenschaftlichen Arbeit kommt man dann und wann in die gleiche Situation: Von verschiedenen Ansätzen muß einer gewählt werden. Oft geben banale praktische Gründe den Ausschlag für die Entscheidung: Man hat für den einen Weg gewisse Vorkenntnisse, oder kennt ein Werkzeug, das sich einsetzen ließe, oder hat eine Abneigung gegen einen bestimmten Formalismus. In der Dokumentation der Arbeit werden diese „niederen Beweggründe“ dann nachträglich ausgetauscht, also durch geschönte Argumente ersetzt. Wer dies tut, führt den Leser vorsätzlich in die Irre. Eine ehrliche, schmucklose Feststellung, daß man sich hier ohne Kompaß für den einen Weg hat entscheiden müssen, ist weitaus besser, denn sie erleichtert auch die Kritik: Wer die Arbeiten nachvollzieht, weiß, wo mit dem Backtracking, also mit der Verfolgung eines alternativen Pfades, anzusetzen wäre.

5.3.4 Meßergebnisse und Praxiserfahrungen

Seit Galileo sind quantitative Resultate, also Ergebnisse von Rechnungen und Messungen, das Rückgrat jeder (natur-)wissenschaftlichen Arbeit. Das gilt auch für die Informatik. Allerdings verzichtet man oft (ganz zweifellos: zu oft) auf die quantitative Erfassung, weil man die Daten entweder für unwichtig oder für nicht vorzeigbar hält. Diese Entscheidung sollte man getrost dem Leser überlassen: Mir ist es lieber zu wissen, daß die Reaktionszeit eines Systems für definierte Operationen im Mittel 0,4 s, maximal 1,5 s beträgt, als zu lesen, daß die Antwort „ausreichend schnell“ kommt. (Es sei denn, „ausreichend schnell“ wäre zuvor definiert worden).

Hier können wir natürlich sehr viel von den Physikern lernen: Jede Rechnung, jede Messung, muß so dokumentiert sein, daß sie nachvollziehbar ist. Die Physik hat ihren Übergang von einer Philosophie zur modernen Naturwissenschaft vollzogen, indem sie der quantitativen Analyse den Vorzug gegeben hat. In der Informatik hat noch kein Galileo die Bühne betreten, der für uns das entsprechende leistet. Aber daß es langfristig nur in dieser Richtung weitergehen kann, halten wir für sicher.

5.3.5 Folgerungen und Wertungen

Eine Arbeit muß die eigenen und zitierten Resultate auch deuten und werten; an dieser Stelle tun sich gerade Studenten sehr schwer, denn sie spüren, daß ihnen für eine Wertung noch der Überblick fehlt. Aber um die Wertung kommen sie nicht herum, und so wedeln sie gern mit verbalen Weichmachern, setzen also an die Stelle pointierter Aussagen Formulierungen, die einem Regierungssprecher entquollen sein könnten.

Wir plädieren für die mutige Wertung. Natürlich ist sie deutlich als solche zu kennzeichnen, und gerade an dieser Stelle hat das „Ich“ (oder in Gruppenarbeiten das „Wir“) seinen Platz (vgl. Tab. 3 in 6.4.2). Wer also einen Parsing-Algorithmus, eine Datenbankarchitektur oder eine Software-Metrik ausgedacht und analysiert hat, sollte am Ende klar sagen, wie er diese Forschung *rückblickend* beurteilt und ob sich fortsetzende Arbeiten lohnen (und das heißt: weitere Aufwendungen).

Viele fühlen sich in dieser Situation verpflichtet, zu einem positiven Resultat zu kommen. Das ist ganz falsch. Jede Forschung ist ein Bohrversuch in unbekanntem Gestein (sonst ist es keine Forschung, sondern Entwicklung). Ihren Reichtum verdanken die Öl-Firmen den Funden, und diese den Versuchen, auch den erfolglosen; sie müssen nur beizeiten erkannt und beendet werden. Eine Diplomarbeit, die zu dem (wohlbegründeten) Resultat kommt, der Ansatz sei unergiebig, ist darum nicht schlecht und sicher besser als eine, in der nur leeres Stroh gedroschen wird.

5.3.6 Argumentation

Natürlich stehen die Argumente im Bericht nicht unverbunden nebeneinander, sondern sollten zu einer leicht nachvollziehbaren, schlüssigen Gedankenkette verbunden sein. Je nach Thema und Umfang der Arbeit kann es dazu notwendig sein, redundante Aussagen zu machen, beispielsweise durch Vorschau, Zusammenfassung oder Wiederholung. Allgemein sind dazu schwer Regeln anzugeben, es gilt einfach, was immer gilt: Eine Aussage ist dann nicht überflüssig, wenn sie mehr nützt als schadet. Was 40 Seiten vorher definiert wurde, bedarf zumindest eines Rückverweises, wenn es nicht laufend verwendet wurde; eine Liste von einer Seite Länge kann der Leser auch ohne Vorschau und Zusammenfassung überblicken.

6. Darstellung und Präsentation

Nachdem im fünften Kapitel inhaltliche Aspekte des Berichts besprochen wurden, setzt sich der folgende Teil mit der Präsentation der Arbeit auseinander¹. Diese kann in Form eines schriftlichen Berichts oder eines Vortrags erfolgen, oft ist beides gefordert. Auf diesen Wegen stellt der Kandidat anderen seine Ergebnisse zur Verfügung.

Der Leser oder Zuhörer soll die Resultate der Arbeit wohlwollend aufnehmen und in die Lage versetzt werden, sie zu verstehen und zu nutzen.

Ob diese Ziele erreicht werden, hängt wesentlich davon ab, wie der Stoff aufbereitet und dargestellt wird. Wir wollen uns zuerst mit zwei Punkten befassen, die das Rückgrat sowohl schriftlicher als auch mündlicher Präsentationen bilden: Mit dem „roten Faden“, der sich durch die Darstellungen zieht, und mit Bildern, die Zusammenhänge verdeutlichen sollen. Dabei sprechen wir vom Leser oder Zuhörer einfach als dem *Adressaten*.

6.1 Der rote Faden

Die Lernpsychologie hat gezeigt, daß zusammenhängendes und verstandenes Wissen wesentlich besser aufgenommen und länger erinnert wird als ein Brei aus unverbundenen, auswendiggelernten Fakten und Daten (vgl. Abb. 10).

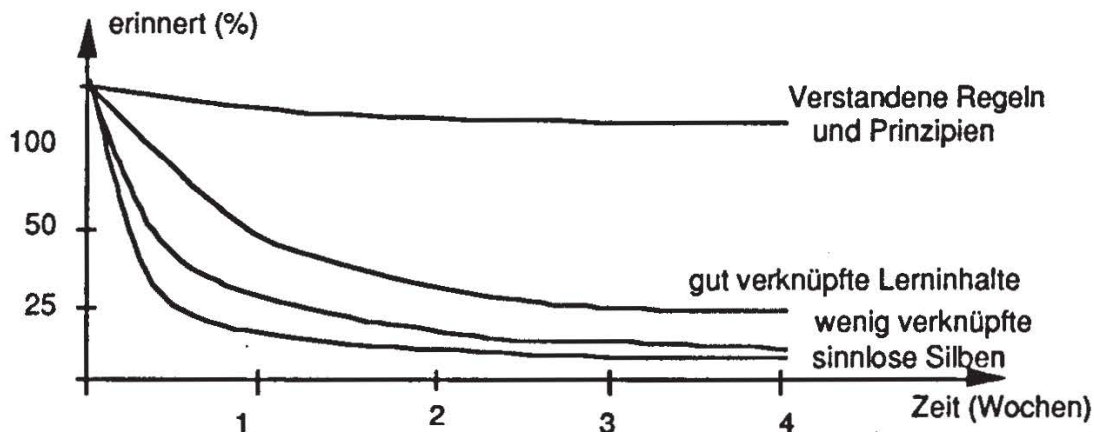


Abb. 10: Wie lange kann man sich Lerninhalte merken?
Schematische Darstellung nach Buchberger (1986)

¹ Viele der nachfolgenden Anregungen sind von Buchberger (1978, 1986) übernommen.

Damit die Adressaten den größtmöglichen Nutzen von der Arbeit haben, sollte sie ihnen so präsentiert werden, daß Prinzipien und Zusammenhänge verstanden werden. Diese didaktische Leistung des Kandidaten ist keine Nebensache, sie beeinflußt den Erfolg seiner Arbeit sehr wesentlich. Darum dürfen die Teilergebnisse nicht — scheinbar oder tatsächlich — wahllos nebeneinanderstehen; vielmehr sind sie so zu verknüpfen, daß die Adressaten den inneren Zusammenhalt und die Argumentationsweise der Arbeit nachvollziehen können und als schlüssig empfinden.

Der Kandidat muß also den „roten Faden“ bestimmen, der sich durch die Darstellung ziehen soll, er muß den Aufbau seines Berichts oder Vortrags, die *Struktur*, geklärt haben, bevor er Details ausarbeitet. Einmal entworfen wird diese (wie bei *jedem* Software-Entwurf) kaum noch verändert, selbst wenn sie dem Problem nicht angemessen war. Aber Querverweise, Wiederholungen und Einschübe überwuchern und korrumpieren dann die Struktur, die dem Adressaten schließlich noch so viel nützt wie ein verfallenes Treppenhaus.

6.2 Was sagt ein Bild?

Bilder sind oft die beste Möglichkeit, um auch schwierige Zusammenhänge im wahrsten Sinne des Wortes „anschaulich“ darzustellen. In wissenschaftlichen Arbeiten werden es meistens schematische Darstellungen sein. Ein Bild erregt zunächst die Aufmerksamkeit, weil es für das Auge als Oase in der Buchstabenwüste erscheint. Damit ist es aber nicht getan, das Bild muß Information vermitteln, und zwar so klar und knapp wie möglich. Der Betrachter hat vom Bild umso mehr, je schneller und problemloser sich die Aussage erschließt, je weniger es also mit dekorativen Elementen befrachtet ist. Daher sollte man einige Grundsätze beachten:

- Vermeiden Sie Bildelemente, die keine Aussage haben. In der Werbung sieht man vorwiegend Grafiken mit 3D-Effekt inklusive Schattenwurf. Aber wozu? Wenn die dritte Dimension und die Schatten keine Semantik haben, so komplizieren diese Zugaben die Bilder nur unnötig und verschleiern die eigentliche Botschaft hinter irrelevantem „Make-up“ (Abb. 11).

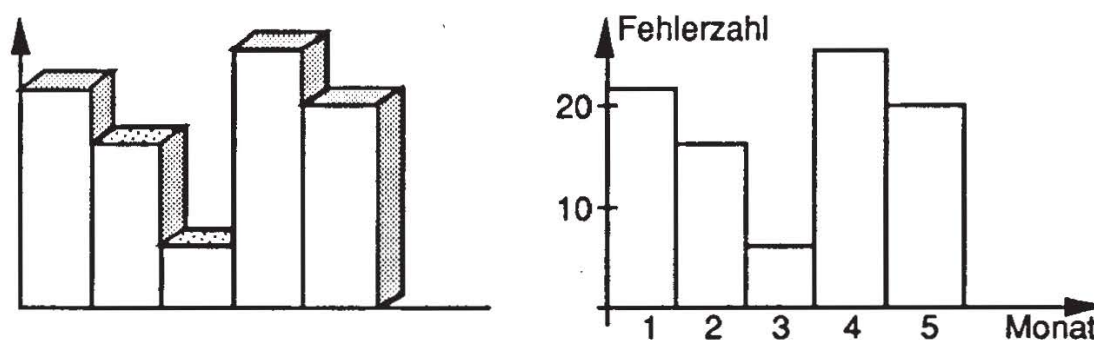


Abb. 11: Aufwendiger ist nicht besser: einfache, klare Bilder sind vorzuziehen

- Erklären Sie alles genau, was nicht sicher verständlich ist: Etwa die Bedeutung von Kästchen und Kreisen, von Verbindungspfeilen und Schraffuren. Koordinatensysteme ohne Bezeichnung und Bemaßung der Achsen (wie links in Abb. 11) sind wertlos.
- Prüfen Sie Bilder — wie Worte — auf ihren Beitrag zum Ganzen: Was ohne Nachteil reduziert oder gelöscht werden kann, ist fehl am Platz.
- Ersetzen oder ergänzen Sie lange, komplizierte Erklärungen durch Graphiken; vor allem Beziehungen lassen sich so gut ausdrücken. Vielleicht ist beides nötig, das Bild illustriert dann den Text, der Text erläutert das Bild.

Auf den Folien zu einem Vortrag wird der Anteil der Bilder höher sein als im zugehörigen Bericht, weil das gesprochene Wort wohl den Text, aber nicht die Bilder ersetzen kann.

6.3 Schriftliche und mündliche Präsentation

Im Vortrag bestimmt der Sprecher Tempo und Reihenfolge, in der der Stoff behandelt wird. Da die meisten Zuhörer einfach schlucken, was geboten wird — freilich oft ohne jeden Genuß -, liegt es ganz am Vortragenden, sich auf die Zuhörer einzustellen und den Stoff erfolgreich zu präsentieren.

Der Leser hat größere Freiheit, er kann langsamer oder schneller lesen, zurückblättern und wiederholen, und er kann das Lesen unterbrechen, wenn die Konzentration nachläßt. Er kann also vielerlei unternehmen, ja er *muß* sich aktiv die Inhalte des Schriftstücks erschließen. Nur eins kann er nicht: Er kann nicht — wie im Vortrag — nachfragen. Das muß der Autor berücksichtigen. Darum ist im Vortrag vieles akzeptabel, was für den Bericht nicht taugt, man kann wohl hemdsärmelig sprechen, aber sollte beim Schreiben größte Disziplin wahren — und wiederholt lesen, was später andere lesen sollen.

6.4 Die schriftliche Darstellung

6.4.1 Die äußere Form des Berichts

Im Zeitalter von PCs und Grafikprogrammen werden höhere Ansprüche an die äußere Form gestellt als in der „guten alten Zeit“ der Schreibmaschine. Text und Zeichnungen müssen also sauber ausgeführt sein (vgl. 5.2.3 zur Textverarbeitung). Sauber heißt nicht protzig; was schon für die Bilder diskutiert wurde, gilt für das ganze Erscheinungsbild der Arbeit: Gliederungen und Hervorhebungen, die das Lesen angenehmer machen und das Verständnis unterstützen, sind obligatorisch, Effekthascherei und rein optisches Make-up schaden.

Auch Zeichnungen werden heute meist mit dem Rechner erstellt. Natürlich gibt es noch Situationen, in denen saubere Zeichnungen und handschriftliche Legenden sinnvoll sind. Leider fehlt vielen Kandidaten dazu die saubere Schrift (ein Erkennungszeichen der in Normschrift geschulten Ingenieur-Studenten).

Schriftgröße und Zeilenabstand beeinflussen die Lesbarkeit des Berichts: In sehr breit gesetzten Texten steht nur wenig auf einer Seite, so daß die Übersicht leidet, in sehr gedrängt gesetzten Texten verliert man leicht den Faden. Die Proportionschrift fördert die Neigung, Zeilen zu überladen, vor allem bei kleinem Font und schmalen Rand. So entstehen die gefürchteten Buchstabenwüsten, in denen das Auge keinen Halt findet.

Der Kandidat sollte die formalen Attribute seines Berichts rechtzeitig mit dem Betreuer abstimmen, so wie es Buchautoren mit dem Verlag tun (sollten).

Beim Layout sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Die Baumstruktur der Kapitel und Abschnitte wird durch die Numerierung reflektiert (wie in diesem Text). Die Überschriften werden nur bis zur zweiten oder dritten Stufe der Dezimalgliederung in das Inhaltsverzeichnis aufgenommen, damit dieses übersichtlich bleibt.
- Fußnoten¹ und Anmerkungen können ergänzende Informationen, Verweise auf Quellen und auf andere Textstellen enthalten. Fußnoten sollten immer auf der gleichen Seite wie der „Aufhänger“ stehen.
- Absätze sollen Sinneinheiten des Textes zusammenfassen und die Seite nicht nur optisch gliedern. Was inhaltlich eng zusammengehört, sollte in der Regel auch nicht über mehrere Absätze verstreut werden. Die Absätze werden optisch deutlich voneinander getrennt.
- Im ganzen Bericht (evtl. mit Ausnahme der Bilder) sollte nur ein einziger (vorzugsweise „proportionaler“) Zeichensatz verwendet werden. Nur für Programmebeispiele ist ein zweiter („nicht-proportionaler“) Zeichensatz sinnvoll.

-- Ada-Beispiel J. Schwille, Univ. Stuttgart, Stand 1992-12-24

```
with Ada_IO; use Ada_IO;
```

```
procedure Initialisierung (Lng: in NATURAL; Fehlerbeh: BOOLEAN) is
  subtype Index_Typ is INTEGER range 1..Lng;
```

- Ganz zu vermeiden sind GROSSSCHREIBUNG, Spreizungen und Unterstreichungen. Stattdessen können als optische Hervorhebungen **Fettdruck**, *Kursivdruck* und für Überschriften eine größere Schriftart eingesetzt werden, wobei Sparsamkeit oberstes Gebot ist. Namen setzt man gelegentlich in sog. KAPITÄLCHEN.
- Die Breite und Höhe des Schriftfeldes, der Zeilenabstand und die Form der Überschriften sind im ganzen Bericht einheitlich. Die Seiten werden fortlaufend numeriert, beginnend mit dem Titelblatt als Seite 1.

¹ Fußnoten werden durch einen Strich vom Text abgesetzt. Man sollte sie lieber vermeiden, denn sie unterbrechen, wie Sie sehen, den Lesefluß!

6.4.2 Kleine Stilkunde

Die Wirkung des Berichts soll natürlich von seinem Inhalt ausgehen, aber der Stil, in dem er abgefaßt ist, beeinflußt den Eindruck der Leser schon erheblich. Dieser Abschnitt soll einige der häufigsten Fehler bewußt machen. Zur Weiterentwicklung des Stils gibt es reichlich Literatur (z.B. allgemein Schneider, 1984, speziell für mathematische Texte Halmos, 1977).

Substantivstil vermeiden

Texte aus der Wissenschaft starren oft von Hauptwörtern (Substantiven) und zeigen damit eine unglückliche Verwandtschaft zu amtlichen Bekanntmachungen. Sie wirken tot wie uralte Fotos, denn nur das Verb lebt (nicht das Hilfsverb). Klopfen Sie Ihre Sätze auf Substantive ab, die nur aufgeblasene Verben sind, vereinfachen Sie die Sätze, und sagen Sie genau, was Sie sagen wollen. Gelegentlich zeigt sich dann, daß außer heißer Luft nichts da war. Umso besser! Denken Sie an die alte Theaterregel: Was gestrichen ist, kann nicht durchfallen!

Gewisse Endungen (-ung, -heit und -keit) deuten auf substantivierte, quasi „gefrorene“ Verben, die man besser frisch verwenden sollte. Auch Gerundien, also substantivierte Infinitive („das Codieren“, „das Initialisieren“), machen die Sprache schwerfällig. Eine Art Folgefehler ist oft der doppelte Genitiv („das Initialisieren des Codes des Hauptprogramms“), stilistisch inakzeptabel und inhaltlich unklar: Initialisiert das Hauptprogramm den Code, oder wird der Code des Hauptprogramms initialisiert?

Kurze Sätze bilden

Die deutsche Sprache mit ihren zahlreichen Möglichkeiten, Bezüge und Querverweise grammatikalisch raffiniert, um nicht zu sagen, elegant, zu verpacken, verleitet den Autor, der seinen literarischen Vorbildern nacheifern will, zu einem Stil, der zwar eventuell artistisch genannt werden kann, die Aufmerksamkeit des Lesers aber vom eigentlichen Gegenstand, dem Inhalt der Arbeit, ablenkt, sie in schweren, nicht selten eintretenden Fällen sogar überfordert, so daß man sich beim Lesen fragt, wann der Satz denn nun endlich zum Ende, das ja irgendwann kommen *muß*, gelangen wird.

Hauptsätze, Hauptsätze, Hauptsätze! (Tucholsky)

Aussagen gehören in Hauptsätze; Nebensätze dienen der Präzisierung und Verknüpfung. Geschachtelte Relativ- oder „daß“-Sätze sind häßlich *und* schwer verständlich: „Nun müssen Sie die Spezifikation, der das Programm, das anzufertigen ist, genügen soll, überprüfen.“ „Es genügt nicht, daß das Programm so geschrieben wird, daß es der Spezifikation entspricht.“

Dagegen sollte man von technischen und wissenschaftlichen Texten nicht verlangen, daß darin Wortwiederholungen vermieden werden. „Erstere“ und „letztere“, „diese“ und „welche“ sind nicht schöner und zusätzlich oft unklar; weicht man im zweiten Satz von „Programm“ auf „Code“ aus, so weiß der Leser nicht, ob noch dasselbe gemeint ist.

Eine gute Hilfe ist ein Glossar, das im Zuge der Arbeit aufgebaut wird. Die Begriffe darin werden im Bericht ohne jede Variation verwendet.

Füllwörter, Verlegenheitskonjunktionen

Beim Sprechen verwenden wir Füllwörter, um den Fluß des Satzes zu glätten, die Rede zu schmücken oder ein bißchen mehr Eindruck zu machen. Geschrieben wirkt das aber anders. Viele Wörter tragen einfach nichts zur Aussage bei: Weg damit! Legen Sie jedes „sehr“, „überhaupt“, „selten“, „vielleicht“, „erheblich“ und ähnliche Wörter auf die Bedeutungswaage.

Wer nicht weiß, ob er „und“ oder „oder“ meint, schreibt „bzw.“. Diese neu-deutsche Konjunktion ist höchstens dann sinnvoll, wenn man tatsächlich (zur Abkürzung des Textes) dieselbe Aussage auf mehrere Zusammenhänge beziehen möchte, also beispielsweise beim Satz: „Schüler und Studenten zahlen den halben Eintritt, wenn sie an der Kasse den Schülerschein bzw. Studentenschein vorlegen“.

Modewörter, Anglizismen

Der folgende Absatz ist erfunden, wäre aber in der täglichen Werbeflut nicht auffällig:

In 1992 wurden 3 Maschinen durch einen einzigen Modul ersetzt. Dieses neue System beinhaltet einen software-mäßig transparenten Arithmetik-Beschleuniger, ohne den die doppelt-langen Fließpunkt-Zahlen keinen Sinn machen würden.

Auch 1992 wird auf Deutsch (nicht: *in* Deutsch) das Jahr ohne „in“ gebraucht. Mit gewissen Ausnahmen (siehe unten) werden Zahlen bis zwölf ausgeschrieben, ab 13 verwendet man Ziffern. Maschinen sind hier eigentlich nicht gemeint, das englische Wort „machine“ bezeichnet Automaten; aber wir haben uns inzwischen so an dieses neue Lehnwort gewöhnt, daß kaum jemand das Wort „Turing-Automat“ versteht. Im Beispiel oben paßt aber „Prozessor“ besser. Der Modul kommt in der Mathematik vor, in Elektrotechnik und Informatik hat das Wort eine andere Bedeutung (austauschbare Einheit), wird auf der langen letzten Silbe betont und ist ein Neutrum.

„Beinhalten“ kommt wohl bei Ringern und Wasserballern vor (dann aber nicht vier-, sondern dreisilbig), was hier gemeint ist, heißt kürzer und besser „enthalten“. „Software-mäßig“ ist wie alle „mäßigen“ Wörter eine schlampige Neuschöpfung, gemeint ist wohl „für die Programmierung“. „Transparent“ bedeutet „lichtdurchlässig“, wird aber in der Informatik gern anstelle von „unsichtbar“ gebraucht; Fremdwörter sind eben Glückssache. Übrigens wäre „Fremdwörter“ hier ungenau, denn *Worte* sind Aussagen; darum gibt es auch im Rechner nur *Wörter*.

Die Arithmetik läßt sich ebensowenig beschleunigen wie die Logik oder die Pädagogik, allenfalls kann die Rechnung schneller ausgeführt werden; wenn man kleinlich ist, kann man auch bemäkeln, daß die (abstrakten) Zahlen keineswegs

doppelt lang sind; ihre Darstellung ist es offenbar. Was in unseren Zahlen gleitet (nicht „fließt“), sind Kommata, keine Punkte (oder haben Sie schon einmal bei den Tarifverhandlungen gehört, daß eine „5 vor dem Punkt“ stehen müsse?). Und Sinn läßt sich nicht machen (Unsinn schon!), etwas *hat* Sinn, oder eben nicht. Der Konjunktiv II von „machen“ braucht nicht mit „würde“ umschrieben zu werden. So ergibt sich:

1992 wurden drei Prozessoren durch ein einziges Modul ersetzt. Dieses neue System enthält — für die Programmierung unsichtbar — eine schnelle Rechen-Einheit, ohne die die doppelt-lange Darstellung der Gleitkomma-Zahlen keinen Sinn hätte.

Zwei Beispiele aus der Literatur

Betrachten wir ein (keineswegs auffälliges) Beispiel aus der Literatur:

Die Grundidee des Verfahrens besteht darin, daß der Aufwand für ein Projekt von seinem Schwierigkeitsgrad und von seinem Umfang abhängt. Diese werden durch die Summe sogenannter *Function Points* dargestellt, welche man gewinnt, wenn man das zu realisierende Projekt nach verschiedenen Kriterien auf bestimmte Merkmale hin untersucht. Letztere bezeichnet man weitgehend als *Geschäftsvorfälle* oder *Funktionen*, die in der Anwendung verarbeitet werden sollen (z.B. Neuanlegen eines Datensatzes).

Wir meinen, das läßt sich knapper und verständlicher ausdrücken, wobei allerdings auch deutlich wird, daß der erste Gedanke nicht gerade revolutionär ist:

Der Aufwand für ein Projekt steigt, wenn es größer oder schwieriger wird. Darum werden Größe und Schwierigkeit der einzelnen *Geschäftsvorfälle*, der *Funktionen* (z.B. Neuanlegen eines Datensatzes), nach verschiedenen Kriterien durch sogenannte *Function Points* bewertet. Schließlich werden die *Function Points* summiert.

Hier ist ein weiteres Beispiel:

Bei der Verwaltung von Information eines Benutzers durch Daten unter der Kontrolle eines Datenbanksystems ist es wichtig, daß das Datenmodell eine natürliche Modellierung der Benutzerobjekte ermöglicht.

Wir verstehen das Original nicht gut genug, um sicher zu sein, daß unsere „Übersetzung“ sinnerhaltend ist. Auch bleibt darin die „natürliche Modellierung“ ein Stein des Anstoßes. Was ist an einem Software-System natürlich? Ist vielleicht gemeint, daß die Modelle dem Benutzer vertraut sein sollten?

Wenn die Information eines Benutzers in einem Datenbanksystem abgelegt wird, sollte das Datenmodell eine natürliche Modellierung der Benutzerobjekte zulassen.

Die Position des Autors: „ich“, „wir“ oder „man“?

Hinter einem wissenschaftlichen Text steckt der Autor mit seiner Meinung; allerdings tritt er uns weniger durch ein „ich“ entgegen als durch „wir“, „man“ oder Passivkonstruktionen. Jede dieser Formen hat unter den entsprechenden Umständen ihre Berechtigung. Tabelle 3 zeigt positive und negative Aspekte.

Der Autor sollte sich im klaren darüber sein, was die verschiedenen Autoren-Perspektiven beim Leser für einen Eindruck hervorrufen. Wenn dieser Eindruck beabsichtigt war, ist die Perspektive richtig gewählt. Beispielsweise ist im Lösungsansatz und im Rückblick das „ich“ oft angemessen.

Subjekt	betont	Gefahr	positives Beispiel	negatives Beispiel
ich	Individualität des Autors	Überheblichkeit	„Ich bin allerdings der Meinung, ...“	„Ich habe schon vor Jahren entdeckt, ...“
wir (1)	Einbettung des Autors in eine Gruppe	Autor versteckt sich	„In einer Reihe von Versuchen haben wir festgestellt, ...“	„Wir sind von der Korrektheit dieser Annahme überzeugt.“
wir (2)	Übereinstimmung zwischen Autor und Leser	Leser wird vereinnahmt	„Wir sind bis heute nicht in der Lage, ...“	„Wir alle haben sehnlichst auf ein Werkzeug gewartet, das ...“
man	Allgemeingültigkeit	Pauschalierung	„In der EDV programmiert man auch heute noch viel mit COBOL.“	„Man hat diese Ideen nicht in die Praxis übernommen.“
Passiv	Effekt der Handlung	Verschleierung des Handelnden	„Die Bezeichner werden in die Kreise geschrieben.“	„Die Richtlinien werden oft ignoriert“

Tab. 3: Repräsentation des Autors im Text

Wo beginnen?

Es gibt noch eine ganze Reihe von stilistischen Regeln und Geboten, die helfen, einen Text lesbarer und interessanter zu machen. Wir wollen sie hier nicht alle nennen, sondern auf die Literatur verweisen: Angenehm zu lesen und dabei lehrreich ist das Buch von Reimers (1963). Wir glauben aber, daß man nicht alle Regeln auf einmal anwenden kann, sondern sich zunächst auf wenige, wichtige konzentrieren muß: Wir schlagen den Kampf gegen Substantivstil und überlange Sätze vor.

6.5 Der Vortrag

6.5.1 Die Vorbereitung ist mehr als der halbe Vortrag

Gerade, um ganz natürlich zu wirken, muß ein Vortrag sehr gut vorbereitet sein. Zuerst sollte der Referent Thema und Ziel klären. Das sind zwei verschiedene Dinge. Wenn das Thema heißt „Das Programmsystem xyz“, dann kann das Ziel darin bestehen, den Teilnehmern die Grundideen dieses Systems zu vermitteln, so daß sie es mit ähnlichen Systemen vergleichen können. Es kann aber auch das Ziel sein, sie in die Benutzung des Systems einzuführen oder sie in die Lage zu versetzen, am Ausbau des Systems mitzuarbeiten. Der Vortrag muß darauf abgestimmt sein, was die Zuhörer nach dem Vortrag wissen und tun sollen.

Ein erfahrener Referent stellt sich dazu vorher die folgenden Fragen:

- Wieviel Zeit habe ich? Ist der Termin problematisch (z.B. nach dem Mittagessen oder spät am Nachmittag)?
- Wieviele Zuhörer werde ich haben? Welche Vorkenntnisse und Erwartungen haben diese? Wer spricht vorher, und zu welchem Thema?
- Wie ist der Raum beschaffen und ausgerüstet? Wie werden Projektor und Lichtanlage bedient?

6.5.2 Tafel und Folien

Wenn man Herleitungen und Erklärungen an die Tafel schreibt, ergibt sich von selbst ein mäßiges Tempo, so daß die Zuhörer gut folgen können; außerdem entwickelt sich die Botschaft vor ihren Augen. Darum ist die Tafel nach wie vor ein sehr gutes Medium. Es stellt allerdings erhebliche Ansprüche an den Referenten, der gleichzeitig sprechen und für eine übersichtliche Darstellung sorgen muß. Dabei sollte er auch noch die Zuhörer ansprechen, ihnen also nicht ständig den Rücken zuwenden.

Steht man — wie bei fast allen Vorträgen — unter Zeitdruck, so überwiegen die Vorteile vorbereiteter Folien. Sie erlauben quasi die Produktion optischer Rhetorik auf Vorrat. Es gibt aber keinen Grund, in einen Vortrag nicht auch ein Poster, ein Bauteil oder einen anderen Gegenstand mitzubringen. Nur sollte man nicht versuchen, schwer erkennbare Details daran zu zeigen.

Folien lassen sich auf viele Arten herstellen und einsetzen: man kann sie von Hand beschriften oder bedrucken oder von Papiervorlagen kopieren, man kann sie während des Vortrags abdecken, aufdecken oder übereinanderlegen, von Hand ergänzen oder mit Gegenständen, z.B. Münzen, markieren. Auf größeren Projektoren kann man Folien auch im Querformat auflegen oder zwei Folien nebeneinander. Auch wenn man nicht von Hand beschriftet, kann man Farben einsetzen, wenigstens zur Hervorhebung.

6.5.3 Wie sieht eine gute Folie aus, wie wird sie präsentiert?

- Am allerwichtigsten: Die Schrift muß groß und gut lesbar sein. Viel paßt darum nicht auf einen Bogen: 13 Zeilen sind die Obergrenze. Damit man sich wirklich beschränkt, wende man folgenden Kniff an: Man halbiert ein Papier der Größe DIN A4 senkrecht und waagrecht; in den vier Feldern kann man (in normalgroßer Schrift) jeweils eine Folie entwerfen kann.
- Jede Folie hat nur ein Thema. Erfordert dieses keine ganze Folie, so bleibt sie teilweise leer.
- Zu jeder (wesentlichen) Aussage gehört eine Folie (oder zwei), zu jeder Folie eine Aussage! Vermeiden Sie den Eindruck, daß Folien und Gesprochenes nicht zusammengehören.
- Jede Folie (oder Gruppe von zwei bis höchstens drei Folien) braucht eine Überschrift. Auch ein aufmerksamer Zuhörer hat Konzentrationslücken. Die Überschriften ermöglichen ihm, in den Vortrag zurückzufinden.

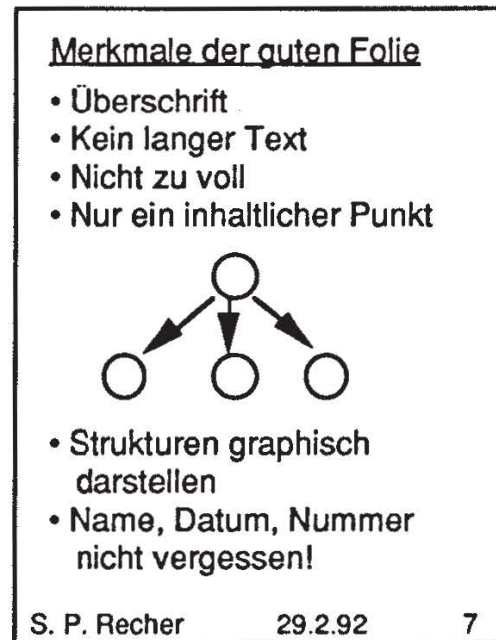


Abb. 12: Beispiel einer guten Folie

- Fortlaufende Texte gehören nicht auf Folien, nur Kernaussagen und Graphiken. Textkopien aus Büchern o.ä. sind sicher ungeeignet. Vorlagen (Bilder, Tabellen, Programme usw.) werden zunächst auf Papier kopiert und ausgeschnitten, bevor sie (vergrößert) auf Folie kopiert werden.
- Autor, Datum und Numerierung sind auf jeder Folie unauffällig vermerkt, so daß man auch später keine Mühe hat, sie richtig zu sortieren (Abb. 12).
- Je komplizierter die Folie ist, desto länger braucht der Zuhörer, um sie zu verstehen. Während dieser Zeit kann der Referent „durch die Folie führen“, er darf sie aber nicht voraussetzen oder etwas ganz anderes erzählen. Er sollte die Folie aber auch nicht vorlesen.
- Was für eine Folie zu kompliziert ist, ist eben zu kompliziert — kleine Schrift und die Erklärung „das können Sie jetzt wahrscheinlich nicht lesen“ sind eine Zumutung, wie auch der Satz: „Ich hätte jetzt noch viele Folien, die ich Ihnen aber nicht mehr zeigen kann.“ Wie schön für den Referenten!
- Uns gefallen sauber handgeschriebene Folien immer noch bei weitem besser als die ordentlichen und langweiligen Einheitsfolien aus dem Computer.
- Den gerade besprochenen Unterpunkt markiert man auf der Folie durch Abdecken der folgenden Punkte oder mit einem Zeiger (am einfachsten einem Bleistift). Der Stift sollte auf der Folie liegen, denn in der — meist zitternden — Hand gehalten erscheint er unruhig und unscharf.

6.5.4 Die Zeiteinteilung und der Kontakt mit den Zuhörern

Ein Vortrag ist wie ein kleines Projekt: Innerhalb gegebener Zeit versucht man, ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Aber wie bei vielen Software-Projekten ist die Planung oft zu optimistisch, und man hält den Abschlußtermin nicht ein. Damit tut man den Zuhörern nichts gutes.

Die meisten Referenten haben zu viele Folien, sie fürchten nichts mehr als nach zwei Dritteln der Zeit sagen zu müssen: „Das war alles!“ Ach, wenn sie es doch täten! Man könnte nachfragen, diskutieren, oder auch einmal früher weggehen als geplant. Aber sie haben zwanzig oder dreißig Folien, also viel zu viele, und sie wollen den Zuhörern nichts davon ersparen.

Für acht von zehn Vorträgen gilt: Weniger wäre mehr gewesen. Die Probe zu Haus ist sinnvoll, aber mit Zuhörern braucht man viel mehr Zeit, selbst wenn sie den Referenten nicht unterbrechen. Man bereite für 45 min höchstens ein Dutzend Folien vor, für 30 min zehn und für 20 min acht. Das gilt aber nur für relativ einfache Folien! Im letzten Drittel sollte man eine Abkürzung vorsehen, die man einschlägt, wenn nach 50 bis 70 % der Zeit weniger als die entsprechende Zahl von Folien gezeigt ist. Eine unauffällige Abkürzung kann durch den Verzicht auf einen Aspekt, einen Sonderfall, ein Beispiel erreicht werden. Temposteigerung ist *kein* Ausweg! Die Zuhörer können nicht dadurch schneller verstehen, daß ich schneller spreche oder die Folien jeweils nur wenige Sekunden zeige. Sie können dadurch aber schneller zum Abschalten veranlaßt werden.

Aus der Sicht des Zuhörers ist der Vortrag eine spezielle Form des Gesprächs, bei der die Aktivität ganz überwiegend vom Gegenüber kommt. Aber es bleibt ein Gespräch, das heißt, jeder Zuhörer will *angesprochen* werden. Der Referent muß ihn also anschauen und die Reaktionen wahrnehmen, sonst reißt der Kontakt ab, und der Vortragende hält ein Selbstgespräch, während sich die Zuhörer langweilen. Darum ist die buchstäbliche *Vorlesung* ein Alptraum, die Zwiesprache mit einem einzigen Zuhörer (z.B. dem Prüfer) nicht viel besser. Man schaue in nicht zu langen Abständen in alle Teile des Auditoriums und lese in den Gesichtern.

Der Vortrag sollte nicht mit konstantem Tempo durch den Stoff eilen. Ein guter Referent wird sich wie ein Hirte verhalten, der dann und wann die Nachzügler zusammensucht: Ein Beispiel, ein Vergleich, eine kurze Wiederholung, und mancher ist wieder dabei.

Übung und Kritik sind der einzige Weg zum guten Vortrag. Man sollte grundsätzlich versuchen, eine detaillierte Kritik einzuholen. Wo möglich sollte man seinen Vortrag auf Tonband oder Video aufzeichnen und später mit einem freundlichen Kritiker zusammen prüfen.

Und man kann so viel von anderen Referenten lernen! Fragen Sie sich jedesmal, wenn Sie ein Vortrag ärgert, ob *Ihre* Präsentationen diese Mängel *nicht* haben.

7. Die Betreuung wissenschaftlicher Arbeiten

Alle wissenschaftlichen Arbeiten, die im Rahmen der Hochschulausbildung durchgeführt werden, müssen betreut werden. Wir konzentrieren uns hier wieder auf die Studien- und Diplomarbeiten.

7.1 Die Interessen der Beteiligten

Da die ausgegebenen Themen meist in einem engen Zusammenhang zur Forschung der jeweiligen Abteilung stehen, ist nicht nur der Kandidat, sondern auch der Betreuer persönlich an einem guten Ergebnis interessiert. Aus Betreuer-Sicht sieht das so aus:

- Die Arbeit soll einen Forschungsbeitrag für die entsprechende Abteilung und oftmals einen Beitrag zur Doktorarbeit des betreuenden Assistenten liefern.

Daraus ergeben sich oft weitere Interessen:

- Das Ergebnis einer Arbeit soll möglichst gut verwertbar sein. Da im Zuge der Arbeiten meist Software entsteht, die für den Betreuer wichtiger ist als der Bericht, wird er sich mehr um die Software als um den — letztlich zu benotenden — Bericht kümmern.
- Kennt der Kandidat seine zukünftige Arbeitsumgebung wenig oder gar nicht, so muß ihn der Betreuer mit erheblichem Aufwand einführen. Aus diesem Grund neigen viele Betreuer (getreu dem Grundsatz von B.W. Boehm: „Use better and fewer people“) dazu, gute Studenten möglichst lange, also als Hilfskräfte, für Studien- und Diplomarbeit an die eigene Abteilung zu binden.

Mit der Rolle des Betreuers ist aber auch die Verpflichtung verbunden, die Lehrveranstaltung „Diplomarbeit“ abzuhalten, d.h. dem Kandidaten das selbständige und systematische wissenschaftliche Arbeiten beizubringen. Dies gilt verstärkt für die Studienarbeit, die eine Art Vorübung der Diplomarbeit darstellt. Dazu muß die Arbeit ausreichend und kontinuierlich betreut werden.

Der Kandidat verbindet mit einer Studien- und Diplomarbeit ebenfalls Erwartungen und Interessen:

- Er möchte anhand der Arbeit ein neues Gebiet kennenlernen und sein Wissen entsprechend erweitern und vertiefen.
- Er möchte lernen, wie eine wissenschaftliche Arbeit systematisch durchgeführt wird, und „Projekterfahrung“ sammeln.
- Er möchte eine vorgeschriebene Prüfungsleistung erbringen und dabei eine gute Note erzielen.

Den meisten Gewinn von einer Arbeit werden Betreuer und Kandidat dann haben, wenn das Thema sorgfältig gestellt und gewählt wurde und beide neben ihren eigenen Interessen auch die Interessen des anderen sehen und ihren Teil zum Gelingen beitragen; der Betreuer durch eine ausreichende und sinnvolle Betreuung, der Kandidat durch ausreichenden und kontinuierlichen Einsatz.

7.2 Die Betreuung einer Arbeit

7.2.1 Notwendige Aktivitäten

Der Betreuer muß für jede Arbeit bestimmte Aktivitäten durchführen, die von der konkreten Aufgabenstellung unabhängig sind. Diese „Standardaktivitäten der Betreuung“ sind für den reibungslosen und erfolgreichen Verlauf einer Arbeit notwendig. Jeder Betreuer muß diese Leistungen erbringen, der Kandidat hat Anspruch darauf. Nachfolgend werden diese Aufgaben aufgelistet und kurz erläutert.

Die Definition der Aufgabe

Die Aufgabenstellung einer Studien- oder Diplomarbeit muß in Art und Umfang den Bestimmungen in der Studien- und Prüfungsordnung entsprechen. Für Studien- und Diplomarbeiten gilt, daß sie einen abgeschlossenen Arbeitsinhalt haben müssen, der bei normalem Arbeitsverlauf in der vorgeschriebenen Zeit (z.B. sechs Monate) bearbeitet werden kann. Für die Diplomarbeit gilt zusätzlich, daß sie eine wissenschaftliche Komponente enthalten muß.

Diese Randbedingungen haben für den Betreuer die folgenden Konsequenzen:

- Er muß im jeweiligen Forschungsprojekt Aufgaben identifizieren, die so weit überschaubar sind, daß der Aufwand gut abgeschätzt werden kann. Er muß sicher sein, daß die Aufgabe in der vorgegebenen Zeit bearbeitet werden kann.
- Er muß bei einer Diplomarbeit den wissenschaftliche Anteil der Aufgabenstellung sicherstellen.
- Er muß den Schwerpunkt der Aufgabe bestimmen, der in jedem Fall bearbeitet werden muß, sowie unabhängige Teilaufgaben definieren. Dies macht es notfalls später möglich, den Umfang der Arbeit zu reduzieren.
- Er muß Inhalt und Umfang der Aufgabe klar beschreiben, damit der Kandidat weiß, was bearbeitet werden muß, um die Aufgabe vollständig zu lösen.
- Da jede Diplomarbeit einen wissenschaftlichen Anteil hat, darf höchstens die halbe Zeit der Programm-Implementierung dienen.

Der verantwortliche Prüfer muß sicherstellen, daß die Betreuer diese Regeln einhalten.

Es ist strittig, wie weit der Diplomand an der Aufgabenstellung mitwirken darf oder soll. Wir meinen, daß gerade Informatiker lernen müssen, nach Vorgabe zu

arbeiten. Wo nötig und sinnvoll kann der Kandidat eine *Modifikation* der Aufgabenstellung anregen, aber das ist etwas anderes.

Die Form der Aufgabenstellung

Jede Aufgabenstellung muß schriftlich formuliert werden, da sie als Grundlage für die Arbeit dient und Teil des Vertrags zwischen Prüfer und Kandidat ist. Sie muß mindestens folgende Informationen enthalten:

- *Art der Aufgabe* (Studien- oder Diplomarbeit)
- *Name und Matrikelnummer des Kandidaten*
- *Thema der Aufgabe*
- *Hintergrundinformation*
Sie beschreibt kurz, wie die Arbeit in das übergeordnete Forschungsprojekt eingebettet ist.
- *Problemstellung*
Sie beschreibt die gestellte Aufgabe so, daß der Schwerpunkt und der Umfang der Arbeit klar zu erkennen sind.
- *Teilaufgaben*
Es werden die Teilaufgaben definiert, die im Umfang der Arbeit liegen und vom Kandidaten ausgeführt werden müssen.
- *Organisatorisches*
Ausgabetermin, Abgabetermin, Prüfer und Betreuer
- *Literatur*
Sie dient dem Kandidaten als Einführung in das Thema und als Ausgangspunkt seiner eigenen Literatursuche.

Einführen des Kandidaten in das Thema

Ein Student kann sich nur dann für eine Studien- oder Diplomarbeit entscheiden, wenn er die Aufgabenstellung wenigstens ungefähr versteht. Dazu muß ihm der eventuelle Betreuer die Aufgabenstellung und das Arbeitsgebiet, aus dem die Aufgabe stammt, bereits vor der Vergabe erläutern oder ihm entsprechende Literatur geben. Ist das Thema angenommen, so benötigt der Kandidat weitere Informationen und Erläuterungen zur Aufgabenstellung.

Die Einführung des Kandidaten ist sehr wichtig, da darauf die gesamte Aktivitäts- und Zeitplanung der Arbeit basiert.

Beraten bei der Arbeitsplanung

Jeder Kandidat muß seine Arbeit planen. Dazu muß er zu Beginn seiner Arbeit einen Zeitplan erstellen. Dieser zeigt alle wesentlichen Projektaktivitäten in ihrer zeitlichen Reihenfolge. Damit der Kandidat den Zeitplan erstellen kann, muß er das Thema der Arbeit ausreichend verstanden haben, um die notwendigen Aktivitäten grob identifizieren zu können. Im Verlauf der Arbeit muß der Zeitplan nachgeführt werden.

Da der Kandidat in der Regel kaum Erfahrungen in der Zeitplanung einer Arbeit hat, muß ihn der Betreuer dabei beraten. Ohne diese Hilfe machen fast alle Kandidaten die gleichen Fehler; sie unterschätzen den Aufwand für das Testen und Integrieren der Programme, vor allem aber den zur Fertigstellung des Berichts. Die Meilensteine „Ende Codierung“ und „Programmsystem fertig“ sind also zu spät eingeplant; dagegen wird (wohl aus Furcht vor den Tätigkeiten Spezifikation und Entwurf) der Beginn der Implementierung oft zu früh angesetzt.

Überwachen des Arbeitsfortschritts

Nur wenn der Betreuer jederzeit den Stand der Arbeit kennt, kann er sicherstellen, daß sie — mutmaßlich — termingerecht abgeschlossen werden wird. Dazu muß er den Zeitplan heranziehen. Dieser enthält in Form von Meilensteindefinitionen die Termine der wichtigen Zwischenresultate wie Lösungskonzept oder Entwurfsbeschreibung.

Wenn der Betreuer nicht schon auf kleine Unstimmigkeiten zwischen Soll- und Istzustand reagiert, ist es bald für eine Kurskorrektur zu spät, und die Arbeit wird nach aller Erfahrung schiefgehen (d.h. später abgebrochen oder, was oft schlimmer ist, angenommen und mit 3 oder 4 quittiert). Darum sollte der Stand der Arbeit in den Besprechungen diskutiert werden. Falls der Kandidat einen Meilenstein nicht rechtzeitig erreicht hat, muß er dies begründen. Ist die Verzögerung nicht vom Kandidaten zu vertreten und sieht weder er selbst noch der Betreuer eine Möglichkeit, die verlorene Zeit aufzuholen, so muß die Arbeit so reduziert werden, daß sie in der verbliebenen Zeit ausgeführt werden kann.

7.2.2 Der Betreuungsaufwand

Auch der Betreuer wendet für die Arbeit sehr viel Zeit auf, die er bei seiner eigenen Arbeitsplanung berücksichtigen muß. Der Aufwand für die Betreuung ist nicht konstant über den gesamten Verlauf der Arbeit, sondern verteilt sich wie in Abb. 13 dargestellt.

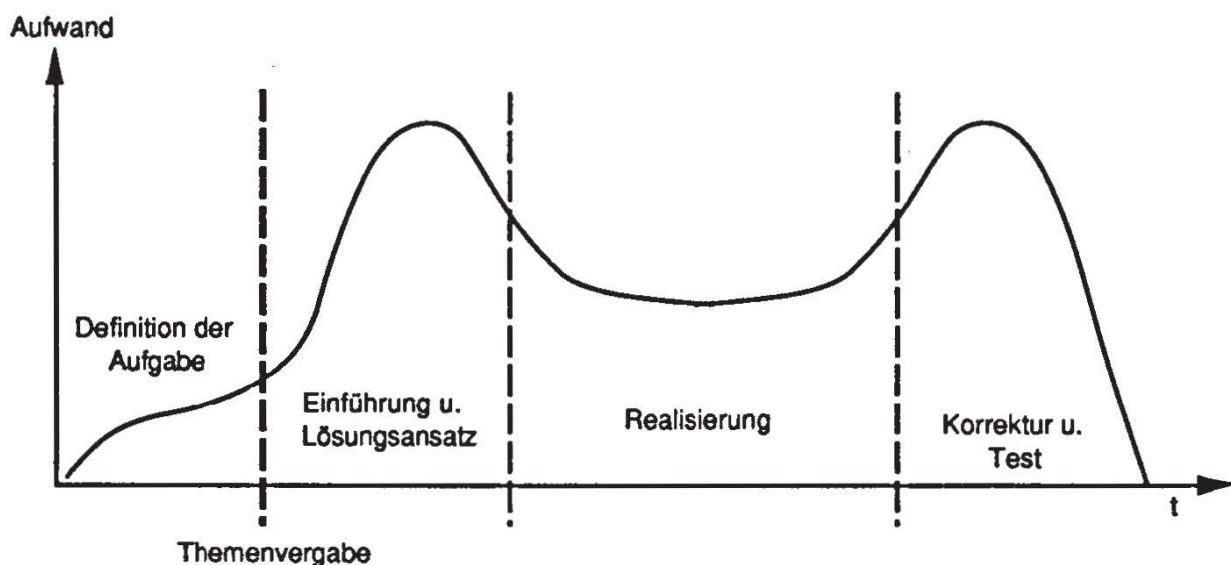


Abb. 13: Der Betreuungsaufwand

Die Definition der Arbeit verursacht bereits einen Aufwand, noch bevor die Aufgabe an einen Kandidaten ausgegeben wurde. Der in dieser Phase investierte Aufwand zahlt sich jedoch während der Durchführung der Arbeit aus.

In der Einführungsphase muß der Kandidat intensiv durch den Betreuer unterstützt werden, damit er die Themenstellung durchdringt, die Arbeit plant und Lösungsansätze entwickeln kann. In dieser Phase der Arbeit müssen die Besprechungen zwischen Betreuer und Kandidat in kurzen Abständen, mindestens jedoch einmal pro Woche, durchgeführt werden.

Danach kann der Kandidat weitgehend selbständig seine Lösungen umsetzen. Das bedeutet jedoch nicht, daß er in dieser Phase ohne Betreuung arbeiten soll. Der Betreuer muß den Fortschritt der Arbeit aufmerksam beobachten, damit sie im vorgesehenen Zeitrahmen bleibt. Aus diesem Grunde sollten mindestens alle zwei Wochen Besprechungen stattfinden. Treten Schwierigkeiten auf, müssen sich Kandidat und Betreuer öfter zusammensetzen. Und wenn die Probleme bedrohlich sind, sollte der Prüfer eingeschaltet werden.

In der Endphase der Arbeit wächst der Aufwand für den Betreuer dadurch, daß er die produzierten Ergebnisse, wie Bericht oder Programme, prüfen muß. Hier sollten die Besprechungsintervalle wieder kürzer sein, etwa einmal pro Woche.

Aus diesen Aussagen lassen sich nun Konsequenzen für den Betreuer ziehen.

- Der Betreuer muß den Zeitaufwand für die Betreuung einer Arbeit in die eigene Zeit- und Arbeitsplanung einfließen lassen, damit er die Arbeit vernünftig betreuen kann.
- Er sollte niemals so viele Arbeiten gleichzeitig betreuen, daß die Betreuung der einzelnen Arbeiten darunter leidet.

7.2.3 Lehren und Prüfen: Aspekte der studentischen Arbeiten

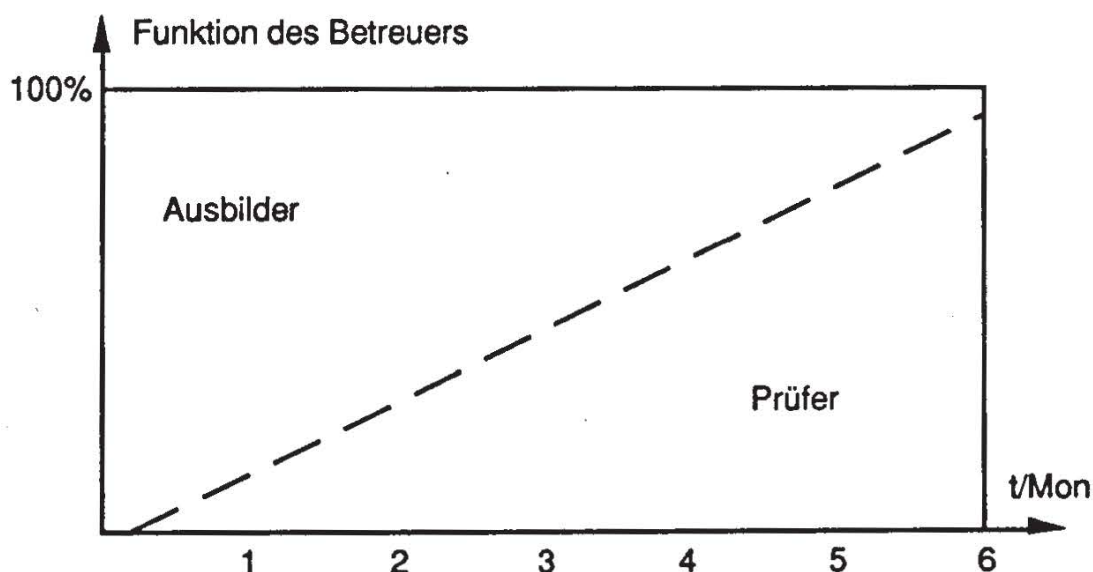


Abb. 14: Der Rollenwechsel vom Ausbilder zum Prüfer

Studien- und Diplomarbeiten haben zweierlei Funktionen:

- Einerseits handelt es sich um einen Teil der Lehre. Darum werden die Arbeiten betreut, und wir erwarten natürlich, daß die Kandidaten dabei auch wirklich etwas lernen.
- Andererseits handelt es sich um eine Prüfungsleistung. Wir benoten also das Ergebnis.

Diese beiden Aspekte sind nicht ohne weiteres verträglich, und die Verbindung macht uns immer wieder beträchtliche Mühe. Abb. 14 deutet an, wie sich die Rolle des Betreuers im Laufe der Arbeit verschiebt. Natürlich ist der Verlauf in Wirklichkeit nicht linear, der Kandidat kann bereits am Anfang, beispielsweise bei der Planung der Arbeit, „Punkte sammeln“, ebenso kann er noch kurz vor der Abgabe vom Betreuer lernen.

7.3 Die Bewertung

Arbeiten werden beurteilt und bewertet. *Formal* ist dies der zentrale Zweck. Die Bewertung ist eine wichtige, aber schwierige Aufgabe, weil diese Note für den Kandidaten besonders wichtig ist. Damit eine Arbeit nicht nur nach Gefühl bewertet wird, müssen wir uns fragen, welche Ziele mit einer Arbeit verfolgt werden und an welchen Kriterien sich die Bewertung orientiert.

7.3.1 Allgemeine Ziele und Anforderungen

Jede konkrete Aufgabenstellung definiert Anforderungen und Ziele, die erreicht werden müssen. Daneben bestehen bei der Studienarbeit und insbesondere bei der Diplomarbeit Anforderungen, die durch den Studienplan Informatik, die Prüfungsordnung und durch die Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Informatik definiert werden:

- Der Kandidat muß zeigen, daß er im Laufe seines Studiums die nötigen Fachkenntnisse erworben hat, um die Arbeit durchzuführen.
- Er muß beweisen, daß er eine gegebene Aufgabe in begrenzter Zeit selbständig lösen kann.
- Er muß demonstrieren, daß er zielgerecht, systematisch und nach wissenschaftlichen Prinzipien arbeiten, also wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anwenden kann.
- Er muß in der Lage sein, seine Ergebnisse zu formulieren und zu präsentieren.

Bei einer Doktorarbeit kommt noch der Aspekt hinzu, daß sie einen Fortschritt der Wissenschaft darstellen muß.

7.3.2 Die Bewertungskriterien

Aus den allgemeinen Anforderungen resultieren die folgenden Bewertungskriterien:

- **Kenntnisse und Fähigkeiten**

Der Kandidat muß vor Beginn der Arbeit gewisse Fachkenntnisse besitzen. Diese werden vorausgesetzt. Es sollte allerdings auch in der Lage sein, sich während der Arbeit neues Wissen anzueignen.

- **Systematik und Wissenschaftlichkeit**

Ein wesentliches Ziel der Studienarbeiten ist, dem Kandidaten zu zeigen, wie er eine Arbeit systematisch und wissenschaftlich durchführt. Dieser Bewertungspunkt entfällt somit bei einer Studienarbeit. Bei Diplomarbeiten und Doktorarbeiten wird jedoch gefordert, daß der Kandidat seine Arbeiten nach wissenschaftlichen Prinzipien anfertigt, so wie sie in diesem Bericht formuliert sind.

- **Initiative und Einsatz, Selbständigkeit**

Der Kandidat muß die Arbeit selbständig durchführen. Das heißt jedoch nicht, daß er nicht betreut werden müßte; entscheidend ist, ob der Kandidat weitgehend selbständig erkennt, was als nächstes zu tun ist, oder ob er immer wieder Anstöße des Betreuers braucht.

Initiative und Einsatz stehen in engem Zusammenhang mit der Selbständigkeit. Ein Kandidat hat bei jeder Arbeit die Möglichkeit, seine eigenen Überlegungen und Ideen zu verfolgen. In welchem Maße er dies tut, ist ausschlaggebend für diese Bewertung.

- **Qualität der Ergebnisse**

Natürlich hat die Qualität des erzielten Resultats das größte Gewicht. Dazu gehört auch, ob der Kandidat alle Teilaufgaben erfüllt oder sogar Ergebnisse erzielt hat, die nicht zu erwarten waren.

- **Präsentation der Ergebnisse**

Die Ergebnisse der Arbeit werden im Bericht formuliert und im Vortrag am Ende der Arbeit präsentiert. Beide Leistungen werden hier beurteilt.

Die genannten Bewertungskriterien sind nachfolgend in einer Tabelle (4 a und b) zusammengefaßt. Die Verwendung dieser Tabelle garantiert, daß tatsächlich alle Kriterien betrachtet und gewertet werden. Sie wird in einigen Abteilungen der Fakultät Informatik in Stuttgart eingesetzt.

Wenn die Arbeit abgeschlossen ist, verfaßt der Betreuer eine Beurteilung, auf deren Grundlage der Prüfer über die Note entscheidet.

Jedem Kandidaten ist zu raten, sich *vor* Beginn der Arbeit nach den Beurteilungskriterien und -verfahren zu erkundigen. Ist die Note festgelegt, so sollte er sich um eine Erläuterung bemühen, selbst dann, wenn die Bewertung „gut“ oder „sehr gut“ lautet.

Bewertungskriterium	Kenntnisse und Fähigkeiten	Systematik und Wissenschaftlichkeit	Initiative und Einsatz, Selbständigkeit	Qualität der Ergebnisse	Präsentation der Ergebnisse
Stufe A	Fundierte Kenntnisse und Interesse, sich fehlende Kenntnisse anzueignen	Die Arbeit wurde wissenschaftlich und systematisch durchgeführt	Durch eigene Ideen und Initiative wurden alle Ziele erreicht oder übertroffen	Es wurden besonders gute und neue Ergebnisse erzielt	Vorbildliche Präsentation der Ergebnisse
Punkte	12..15	12..15	16..20	26..30	16..20
Stufe B	Fundierte Kenntnisse, Interesse	Die Arbeit wurde weitgehend systematisch durchgeführt	Die Arbeit wurde selbständig durchgeführt, eigene Ideen wurden eingebracht	Alle geforderten Ergebnisse wurden erzielt	Sachkundig und überlegt, sorgfältig
Punkte	8..11	8..11	11..15	18..25	11..15
Stufe C	Mittelmäßige Kenntnisse, wenn nötig, Kenntnisse erworben	Die Arbeit wurde teilweise systematisch durchgeführt	Gewisse Eigeninitiative war erkennbar, Ziel ist teilweise erreicht	Ergebnisse waren befriedigend	Nur das Nötigste an Sorgfalt
Punkte	4..7	4..7	6..10	11..17	6..10
Stufe D	Mangelnde Kenntnisse, auch wenig Interesse dazuzulernen	Die Arbeit wurde systemlos durchgeführt	Wenig Eigeninitiative	Es wurde nur ein minimales Ergebnis erzielt	Präsentation war schlampig
Punkte	0..3	0..3	0..5	0..10	0..5

Tab. 4 a: Bewertungsbogen für Studien- und Diplomarbeiten

38-43	44..49	50..55	56..61	62..67	68..73	74..79	80..85	86..92	93..100
4.0	3.7	3.3	3.0	2.7	2.3	2.0	1.7	1.3	1.0

Tab. 4 b: Zuordnung der Noten zu den Punktzahlen

7.4 Checklisten

Nachfolgend wird versucht, die Aussagen zur Betreuung wissenschaftlicher Arbeiten in Form von zwei Checklisten zusammenzufassen. Die erste enthält die wichtigsten Punkte, die der Betreuer beachten muß, wenn er eine Arbeit ausgeben möchte. Die zweite enthält die Punkte, die der (eventuelle) Kandidat beachten muß, wenn er eine Arbeit durchführen will. Können alle Fragen mit „ja“ beantwortet werden, so steht der Arbeit nichts im Wege.

7.4.1 Checkliste für den Betreuer

- (1) Kann ich die Arbeit ausreichend betreuen?
- (2) Stehen alle benötigten Hilfsmittel zur Verfügung?
- (3) Habe ich die Aufgabe vollständig beschrieben?
- (4) Bei Diplomarbeiten: Enthält die formulierte Aufgabenstellung eine wissenschaftliche Komponente?
- (5) Ist die Aufgabe nicht zu komplex, um in der gegebenen Zeit bearbeitet zu werden?
- (6) Kann die Aufgabe notfalls reduziert werden?

7.4.2 Checkliste für den Kandidaten

- (1) Sind alle formalen Voraussetzungen gegeben?
(z.B. Abschluß gewisser Prüfungen o.ä.)
- (2) Habe ich die gewählte Aufgabe im wesentlichen verstanden?
- (3) Erfülle ich alle allgemeinen und speziellen Voraussetzungen?
(Vorlesungen, Sprach- und Maschinenkenntnisse)
- (4) Erscheint mir die Aufgabe in der vorgeschriebenen Zeit lösbar?
(Sonst sollte ich nocheinmal mit dem Betreuer darüber sprechen.)
- (5) Kann ich mich der Arbeit ausreichend (bei einer Diplomarbeit: zu 100 %) widmen? Ist ein Urlaub oder eine andere „Belastung“ geplant?
- (6) Habe ich den Eindruck, daß ich mit dem Betreuer gut zusammenarbeiten kann?
- (7) Weiß ich, nach welchen Kriterien die Arbeit bewertet wird?

8. Merkblatt

Das hier wiedergegebene Blatt wird an die Informatik-Studenten der Universität Stuttgart ausgegeben.

Merkblatt für Studien- und Diplomarbeiten

Diese Information soll Regelungen und Hinweise, die in verschiedenen Ordnungen, Fakultätsbeschlüssen u.ä. verstreut sind, zusammenfassen und ergänzen; sie ist selbst nicht als zusätzliche Regelung zu verstehen.

1. Vorbereitung

Klären Sie möglichst früh, in welcher Abteilung Sie eine Arbeit anfertigen möchten, und erkundigen Sie sich nach Arbeitsgebieten und Themen, auch nach den Voraussetzungen, die Sie für die gewünschten Arbeiten mitbringen müssen (z.B. Teilnahme an gewissen Lehrveranstaltungen, Kenntnisse in bestimmten Programmiersprachen). Fragen Sie andere Studenten nach ihren Erfahrungen in den verschiedenen Abteilungen der Fakultät; in der Fachschaft werden diese Erfahrungen gesammelt.

Verschaffen Sie sich eine möglichst breite Ausbildung, indem Sie Studien- und Diplomarbeit in verschiedenen Arbeitsumgebungen anfertigen.

Lesen Sie zur Vorbereitung entsprechende, gut beurteilte Arbeiten anderer Studenten und besuchen Sie die Abschlußvorträge (siehe 5.). Informieren Sie sich über die Beurteilungskriterien.

Das „Kolloquium über die Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten“, das jährlich angeboten wird, gibt zu diesen Fragen Hinweise.

Studien- und Diplomarbeiten können nur von Personen ausgegeben und geprüft werden, die in der Fakultät Informatik als Prüfer zugelassen sind. Dies sind vor allem alle Informatik-Professoren. Andere Institutionen (Hochschul- oder Forschungsinstitute, Unternehmen) können u.U. Arbeiten betreuen. Die Fakultät Informatik hat aber den Prüfern empfohlen, eine solche Kooperation nur dann einzugehen, wenn bestimmte Kriterien erfüllt sind (insbesondere kein Zusammenhang mit einer bezahlten Arbeit, Betreuung und Ausrichtung entsprechend der Prüfungsordnung).

2. Ausgabe und Anmeldung

Zu Beginn der Arbeit erhalten Sie die Aufgabenstellung und das Anmeldeformular, das von Ihnen, dem Betreuer und dem Prüfer unterzeichnet wird. Diese Papiere stellen eine Art Arbeitsvertrag und den Bezugspunkt der Bewertung dar. Bitte achten Sie selbst darauf, daß die Aufgabe klar gestellt ist und daß die Anmeldung tatsächlich erfolgt.

Soll die Arbeit außerhalb der Fakultät Informatik betreut oder geprüft werden, so stellen Sie bitte vorher einen formlosen, auch vom vorgesehenen Prüfer und externen Betreuer unterzeichneten Antrag an den Prüfungsausschuß.

3. Betreuung, Durchführung

Die Erfahrung zeigt, daß ein zu Beginn aufgestellter Zeitplan wesentlich zum Gelingen der Arbeit beiträgt. Erstellen Sie ihn gemeinsam mit dem Betreuer und führen Sie ihn nach, so daß Sie jederzeit wissen, wie weit Sie sind.

Beschaffen Sie möglichst frühzeitig alle notwendige Literatur und sammeln Sie von Anfang an Ihre Zwischenresultate — als Bausteine des Berichts (d.h. der Studien- oder Diplomarbeit). Auf den PCs der Fakultät Informatik stehen dafür Textsysteme zur Verfügung, beispielsweise „Komfortext“, das die Studenten auch außerhalb der Universität verwenden dürfen.

Nehmen Sie — in Ihrem Interesse — die Betreuung wirklich in Anspruch.

Vermeiden Sie alles, was zur Beschädigung oder „Infektion“ unserer Rechner führen könnte. Sie sind für Schäden, die Sie grobfahrlässig herbeigeführt haben, haftbar.

4. Probleme, Unterbrechungen

Vermeiden Sie, daß Ihre Arbeit von Voraussetzungen abhängt, die erst noch geschaffen werden müssen (z.B. Hardware- oder Software-Lieferungen, Abschluß anderer Arbeiten). Kommt es im Verlauf der Arbeit trotzdem zu Schwierigkeiten oder unvorhersehbaren Behinderungen, so nehmen Sie Kontakt mit dem Prüfer auf und sorgen Sie ggf. dafür, daß eine Unterbrechung beantragt wird. Diese ist — anders als eine Verlängerung — mit nachvollziehbaren Gründen möglich.

5. Abschluß, Bericht, Vortrag

Beginnen Sie rechtzeitig damit, den Bericht zu verfassen. Bedenken Sie, daß Sie vor der Abgabe noch Zeit brauchen, um Fehler zu suchen und zu beheben. Ihr Betreuer wird Ihnen mit kritischem Rat beistehen, wenn Sie ihm die Chance dazu geben.

Hinterlassen Sie Ihre Software-Produkte nach Absprache mit dem Betreuer in übersichtlicher, wohldokumentierter Form.

In einigen Abteilungen gehört zur Abgabe auch ein Vortrag. Kümmern Sie sich rechtzeitig um einen Termin.

6. Benotung

Erkundigen Sie sich bei Ihrem Betreuer, wann Sie mit der Note rechnen können, und nutzen Sie nach der Bewertung die Chance, sich vom Prüfer die Note begründen zu lassen (Sprechstunde!).

9. Prüfungstips

Leute, die eine Studien- oder Diplomarbeit verfassen wollen, müssen meist auch Prüfungen machen. Darum möchten wir hier — quasi als Zugabe — einige Prüfer-Erfahrungen in Form von Tips an die Kandidaten weitergeben. Natürlich geht es nicht um Wunder — eine solide Vorbereitung ist noch immer der beste Tip. Aber man kann vor und in der Prüfung noch erstaunlich viel falsch machen.

1. Wenn Sie grundsätzliche Probleme mit Prüfungen haben (starke Prüfungsangst), dann versuchen Sie nicht, mit dem Kopf durch die Wand zu gehen, sondern nehmen Sie erst eine psychotherapeutische Beratung in Anspruch (für Studenten meist kostenlos) und lösen Sie Ihre Probleme *nacheinander*. In der Prüfung nützt Ihnen der Hinweis auf Ihre Schwierigkeiten nichts mehr.
2. Lernen Sie **schritthaltend** mit den Vorlesungen, und absolvieren Sie die **Prüfungen so früh wie möglich**. Wer so vorgeht, hat nach aller Erfahrung den geringsten Gesamtaufwand und die kürzeste Studiendauer. Wer dagegen die Prüfungen aufschiebt und nach allzuvielen Semestern scheitert, hat doppelten Schaden.
3. Verschaffen Sie sich **alte Klausuren** und ähnliches Material. Bei mündlichen Prüfungen fragen Sie frühere Kandidaten nach ihren Erfahrungen.
4. Bereiten Sie sich zu zweit oder in einer **Gruppe** auf die Prüfungen vor. Prüfen Sie sich **gegenseitig**, vor allem durch **hartnäckiges Fragen**. Geben Sie sich dabei nicht mit schwammigen Antworten zufrieden.
5. Wenn Ihnen bei der Vorbereitung Unklarheiten geblieben sind, besteht an vielen Lehrstühlen die Möglichkeit, sich zu bestimmten Terminen von den Assistenten **beraten und helfen zu lassen**. Das nützt Ihnen natürlich nichts, wenn Sie erst zwei Tage vor dem Termin Ihre Lücken erkennen. Auch die Prüfungsvorbereitung bedarf der Planung.
6. Lernen Sie nicht bis hart an die Prüfung, gewinnen Sie vorher Abstand.
7. Bringen Sie **Studentenausweis** und die notwendigen **Unterlagen** mit zur Prüfung.
Prägen Sie sich bei Klausuren *vorher* ein, am Ende Ihre Lösung nicht in die **Tasche** zu stecken (passiert leider immer wieder).
Bei mündlichen Prüfungen ist es eine Flegelei, wenn Sie weder **abgemeldet** sind noch zur Prüfung erscheinen.
8. Starten Sie bei Klausuren **nicht zu hastig**. Sie übersehen dann leicht den einfachsten Weg (und die einfachsten Aufgaben). Darum zuerst in Ruhe lesen und denken, *dann* entwerfen, *dann* schreiben.
9. Sie brauchen dem Prüfer nicht zu sagen, daß Sie **aufgeregt** oder auch *sehr* aufgeregt sind; das gilt wirklich für fast alle Kandidaten. Vermeiden Sie in der Prüfung **nervöse Ticks**, z.B. die Mißhandlung eines Kugelschreibers; Prüfer sind auch nur Menschen.

10. Literatur

- Buchberger, E. (1978): Unterricht und Ermüdung. SIEMENS, Aus Pädagogik und Unterrichtstechnik Heft 4, München.
- Buchberger, E. (1986): Informationsvorträge vorbereiten und halten. SIEMENS, Aus Pädagogik und Unterrichtstechnik, Heft 8, München.
- Frühauf, K., J. Ludewig, H. Sandmayr (1991): Software-Projektmanagement und -Qualitätssicherung. vdf, Zürich, und Teubner, Stuttgart, 2. Aufl.
- Halmos, P.R. (1977): Wie schreibt man mathematische Texte. (Übersetzung des englischen Originals „How to write mathematics“) Teubner, Leipzig.
- Luft, A.L. (1988): Informatik als Technikwissenschaft. BI Wissenschaftsverlag, Mannheim.
- Parnas, D.L., P.C. Clements (1986): A rational design process: how and why to fake it. IEEE Transactions on Software Engineering SE-12, 2, 251-257.
- Poenicke, K., I. Wodke-Repplinger (1988): Wie verfaßt man wissenschaftliche Arbeiten? Duden-TB 21, Dudenverlag, Mannheim, 2. Aufl.
- Reiners, L. (1963): Stilfibel. dtv, München.
- Rückriem, G., J. Stary, N. Frank (1989): Die Technik des wissenschaftlichen Arbeitens: eine praktische Anleitung. 5. überarb. Aufl., UTB 724, F. Schöningh Verlag, Paderborn, 5. Aufl.
- Schneider, W. (1984): Deutsch für Profis. Goldmann/Stern-Bücher, Gruner & Jahr, Hamburg.
- Zehnder, C.A. (1991): Informatik-Projektentwicklung, eine Einführung für den Informatikstudenten und Praktiker. vdf, Zürich, und Teubner, Stuttgart, 2. Aufl.