

PA/BA Howto

Von: Thilo Stadelmann, Martin Braschler

0. Abstract – Auszug aus dem PA-BA Reglement

Sie wenden die im Studium erworbenen Kenntnisse an und weisen mit dem erfolgreichen Abschluss der Bachelorarbeit nach, ingenieurwissenschaftlich arbeiten zu können. Die Studierenden vertiefen mit den Bachelorarbeiten ihre Fähigkeiten,

- ein berufsbezogenes **Themengebiet** zu **bestimmen** und thematisch **einzugrenzen**,
- **klare Vorstellungen** über die zu erreichenden **Ziele** zu **entwickeln**,
- das Thema **eigenständig**, nach **wissenschaftlichen** Kriterien **systematisch** und **methodisch** korrekt zu bearbeiten,
- Überlegungen durch **logische Argumentation** und **eigenständige Interpretation** zu **beweisen** oder zumindest überzeugend darzulegen,
- Resultate **auszuwerten** und **anderen zugänglich** zu **machen** sowie
- die **Ergebnisse** (Ziele) **formal korrekt** zu **präsentieren** und **in** einem **Diskurs** zu **begründen**.

Eine Bachelorarbeit besteht aus einer konzeptionellen Arbeit und deren Umsetzung. Der **Schwerpunkt** liegt auf dem **konzeptionellen Teil**, in dem die theoretischen und methodischen Grundlagen einer Entwicklung oder eines Konzeptes ausgearbeitet und dargelegt werden.

1. Offizielle Links

Die folgenden Links helfen direkt beim Schreiben einer PA/BA und verlinken offizielle Dokumente. Weitere wichtige Quellen für den Prozess des Druckens, Abgebens etc. finden sich auf der Website „Projekt- und Bachelorarbeiten der ZHAW School of Engineering:

<https://intra.zhaw.ch/departemente/school-of-engineering/bachelorstudium/projekt-und-bachelorarbeiten.html>

- Vorlagen (MS Word: Titelblatt, Etiketten, Selbständigkeitserklärung; LaTeX: Gesamtdokument):
<https://intra.zhaw.ch/departemente/school-of-engineering/bachelorstudium/projekt-und-bachelorarbeiten/vorlagen-paba.html>
- Detaillierter Vorschlag für eine Berichtstruktur (siehe auch Abschnitt 3 hier):
https://intra.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/80_Dept/T_School_of_Engineering/Bachelorstudium/Projekt-Bachelorarbeit/Richtlinien/Berichtstruktur_PABA.pdf
- Grobes Bewertungsraster (Details siehe auch Abschnitt 2 hier):
https://intra.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/80_Dept/T_School_of_Engineering/Bachelorstudium/Projekt-Bachelorarbeit/Richtlinien/Bewertungsraster_PABA.pdf
- Leitfaden für den Prozess des Schreibens und Abgebens:
https://intra.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/80_Dept/T_School_of_Engineering/Bachelorstudium/Projekt-Bachelorarbeit/Richtlinien/Leitfaden_PABA.pdf
- Howto zum Schreiben eines Abstracts:
https://intra.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/80_Dept/T_School_of_Engineering/Bachelorstudium/Projekt-Bachelorarbeit/Richtlinien/Merkblatt_Aufbau_Zusammenfassung.pdf
- Howto zum richtigen Zitieren von Quellen:
https://intra.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/80_Dept/T_School_of_Engineering/Bachelorstudium/Projekt-Bachelorarbeit/Richtlinien/Zitierleitfaden_SoE.pdf

2. Weitere hilfreiche Quellen

- Bewertungsraster für schriftliche Arbeiten und Vorträge mitsamt Kriterien, was jeweils eine gute oder schlechte Leistung in den relevanten Teilbereichen kennzeichnet (die Gewichtungen der Teilaspekte werden wie im SoE-Raster an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst):
https://dublin.zhaw.ch/~stdm/wp-content/uploads/2015/03/Bewertungsschema_CH.xlsx
- Justin Zobel's Buch „Writing for Computer Science“ gibt auf ca. 250 Seiten eine umfassende Einführung in wissenschaftliches Arbeiten (z.B.: „Wie setze ich ein Experiment auf? Wie messe ich Resultate?“) und Schreiben (z.B.: Stil, Interpunktion, Formelsatz) speziell in der Informatik. Sogar auf das Präsentieren sowie auf das Begutachten von Arbeiten Anderer geht er ein:
Justin Zobel, „Writing for Computer Science“, 2nd Edition, Springer, 2004

3. Gliederungsvorschlag

Details finden sich im Gliederungsvorschlag der SoE (s.o.); hier geht es im Prinzip um eine etwas andere Anordnung der Inhalte im Hauptteil:

0. Abstract, Selbständigkeitserklärung, Inhaltsverzeichnis etc.
 - a. Siehe SoE-Vorschlag
1. Einleitung (Motivation, Aufgabenstellung, Hintergrund/Umfeld, Weitere Gliederung)
 - a. Die Motivation sollte für Jedermann (auch Informatik-Laien) verständlich sein (ca. 1 Seite)
 - b. Die Aufgabenstellung beinhaltet eine Formulierung des wissenschaftlichen Problems (< 1 Seite)
 - c. Hintergrund kann sich auf das Setting der Arbeit beziehen: Industriepartner, im Rahmen eines Forschungsprojekts, aufbauend auf früheren Arbeiten etc. (< 1 Seite)
 - d. Die Weitere Gliederung erwähnt kurz jedes folgende Oberkapitel im Fliesstext mit einer Beschreibung, was darin dargestellt wird. Ziel ist das Deutlichmachen des „Roten Fadens“. (ca. ½ Seite)
2. Grundlagen (Literaturüberblick)
 - a. Hier wird der „State of the Art“ dargestellt und all das erklärt, was ein Informatiker an Grundlagen zum Verstehen der Arbeit benötigt. Hierhin gehört insbesondere eine Erklärung aller Ansätze, die für Ihre Umsetzung in die engere Auswahl kommen.
3. Konzept (Überblick eigener Ansatz, Auswahl der eingesetzten Methoden etc. aus den Grundlagen anhand wiss. Kriterien)
 - a. Hier werden Kriterien für die Auswahl des letztendlich umgesetzten Verfahrens dargestellt und die Auswahl dokumentiert. Dann erfolgt ein Überblick über das Gesamtsystem.
4. Umsetzung (kann beliebig viele Unter-/Folgekapiel haben: wie wurde das Konzept umgesetzt? IT: Implementierung)
 - a. Auch wenn es im Kern der Arbeit nicht um eine Softwareentwicklung (sondern Beispielsweise um eine Algorithmen-Entwicklung und Experimente) geht, kann hier auf 2-3 Seiten z.B. auf Technologien, Softwarearchitektur oder Codeumfang (LoC) eingegangen werden
5. Ergebnisse (Resultatpräsentation, kritische Evaluation der Resultate)
 - a. Begründung (warum misst dies das Ergebnis? Sind die Kriterien vollständig?) und Design (z.B. verwendete Daten, Hardware, Software) der Experimente (nachvollziehbar!)
6. Fazit (Zusammenfassung, Herausstellung der eigenen Leistung, taktischer & strategischer Ausblick)
 - a. Der taktische Ausblick nennt kurzfristige Folgearbeiten (z.B. Code aufräumen und Software veröffentlichen).
 - b. Der strategische Ausblick nennt längerfristige Forschungsarbeiten, z.B. für ein späteres Forschungsprojekt
7. ggf. Anhang, weitere Verzeichnisse, Referenzen

- a. Hierher gehören auch z.B. Installationsanleitungen für eingesetzte Tools, wenn dies eine Herausforderung war und der Reproduzierbarkeit dient.
- b. Projektplan
- c. Übersicht über Inhalt des beiliegenden Datenträgers (der idealer Weise alles enthält, was man zum Reproduzieren der Arbeit und Ergebnisse benötigt).

4. Was ist ein PA/BA-Bericht?

Ein PA/BA-Bericht ist eine wissenschaftliche Arbeit

Wissenschaft beruht auf 2 Säulen: Theorie und Experiment. Experimente liefern Beobachtungen der Realität, deren allgemeinen Zusammenhang wir in einem allgemeinen Modell der Realität (einer Theorie) zusammenfassen wollen. Aus diesem Modell ergeben sich Ideen für Dinge, die noch nie beobachtet wurden, aber laut Theorie möglich sein müssten. Dies liefert den Stoff für neue Experimente.

Wissenschaftliche Arbeiten berichten über das Ergebnis von durchgeführter Wissenschaft. Dabei steht der Autor „auf den Schultern von Riesen“ – dem gesamten technisch-wissenschaftlichen „State of the Art“: Er fasst zunächst den zum Nachvollziehen und Einordnen seiner Resultate notwendigen Teil des publizierten Wissens für den Leser gewissenhaft zusammen (und gibt dabei Hinweise auf alle originalen Quellen) („Related Work“). Dann berichtet er darauf aufbauend kurz, was er dazu neues beizutragen hat („Novelty“).

5. Was ist und enthält ein PA/BA-Bericht nicht?

1. Ein PA/BA-Bericht ist KEIN Logbuch

Technische Berichte folgen im Allgemeinen einer Struktur, die sich so seit langem etabliert hat (siehe auch Punkt 2). Die Dokumentation, die Sie abgeben, soll in keinem Fall eine Art von Logbuch darstellen, in welchem linear aufgezählt wird, was gemacht wurde: *„erst haben wir Variante A probiert, dann Variante B, das hat nicht funktioniert, also haben wir A geändert...“*. Der Leser Ihrer Dokumentation will nachvollziehen können, welches Problem Sie gelöst haben, und wie.

Es kann die Situation entstehen, dass Sie während der Arbeit sehr viel Zeit in Lösungsansätze investiert haben, die am späteren Resultat keinen/wenig Anteil haben. Das kann frustrierend sein. Trotzdem sollten solche "Ausflüge" nur in geeigneter Form kurz im Sinne der Entscheidungsfindung besprochen werden (siehe auch Punkt 6). Haben Sie keine Angst, Ihre Betreuer wissen, was Sie alles während der Arbeit geleistet haben. Sie müssen das nicht durch möglichst viel Text belegen.

2. Ein PA/BA-Bericht ist KEIN Roman

Technische Berichte sind keine Romane, und schon gar keine Krimis (auch wenn Ihnen die Arbeit manchmal so vorkommen sollte). Das heisst, dass Sie nicht erst auf der letzten Seite auflösen sollten, *„wer den Butler erschossen hat“*. Das Resultat gehört im Gegenteil sogar ins Abstract/Management Summary!

Im eigentlichen Text folgt eine umfassende Übersicht über das Resultat unmittelbar nach der Einleitung und Übersicht über verwandte Arbeiten/Ansätze. Danach wird stufenweise entwickelt, wie das präsentierte Resultat erarbeitet wurde. Der Leser kann die Erläuterungen dann jederzeit im Kontext des Gesamtergebnisses verorten. Haben Sie keine Angst – nachdem der Leser Ihr Resultat gesehen hat, ist er erst recht interessiert, den Rest der Arbeit zu lesen (im Gegensatz zum Krimi).

3. KEIN inhaltsleerer Text, keine Alibiabschnitte

Widerstehen Sie der Versuchung, den Text durch inhaltsarme Abschnitte aufzublähen. Immer wieder finden sich Textabschnitte der Form: *„wir haben die Arbeit in Java verfasst. Java wurde als Programmiersprache von*

Sun Microsystems eingeführt. Sun Microsystems wurde im Jahre 1982 gegründet und ist in Santa Clara, Kalifornien, ansässig....". All diese Informationen sind weit ausführlicher und aktueller etwa in Onlineenzyklopädien einsehbar. Weder das Gründungsjahr noch der Firmensitz werden normalerweise Einfluss auf das Vorgehen während der PA/BA genommen haben.

Versuchen Sie nicht, „Seiten zu schinden“. Ihre Betreuer kennen den im Studienreglement vorgesehenen Aufwand für eine PA/BA, und haben versucht, die Aufgabenstellung diesem Aufwand anzupassen. In den gemeinsamen Besprechungen ist immer wieder zu Tage gekommen, wie engagiert Sie gearbeitet haben. Nehmen Sie zusätzlich zur Kenntnis, dass selbst umfangreiche Forschungsergebnisse, zum Beispiel aus mehrjährigen Doktorarbeiten, oft in kurzen Konferenzpapieren von unter 10 Seiten publiziert werden.

Ähnliches gilt für wenig motivierte Alibiabschnitte, wie z. B. eine halbseitige Zusammenfassung über die Webseitenbeschreibungssprache HTML. Wenn sich Ihre Arbeit nicht gerade spezifisch mit solchen Sprachen beschäftigt, ist ein Verweis auf ein gutes Lehrbuch zum Thema passender.

4. KEINE unfertigen Gedanken, KEINE nicht belegten Behauptungen

Dies ist einer der schwierigsten und aufwendigsten Aspekte. Berichte sind langlebig, und können potentiell auch noch nach Jahren von unterschiedlichen Personen gelesen werden. Immer wieder finden sich in Arbeiten Aussagen wie: *"... hätten wir auch C++ verwenden können, aber das hätte keinen Sinn gemacht"* (das *"wieso?"* wird ewig ein Geheimnis der Autoren bleiben) oder *"Software enthält heutzutage immer mehr Bugs, und die mangelnde Softwarequalität wird zu einem immer grösseren Problem"* (wirklich? Wer behauptet das? Gibt es Zahlen? Für wen ist das ein Problem?).

Diese Gedanken zu Ende zu führen kann sehr aufwendig sein, und nicht immer unbedingt sehr spannend. Trotzdem ist dies ein wichtiger Aspekt einer technischen Arbeit. Versuchen Sie von Anfang an Ihre Annahmen zu hinterfragen und entsprechende Referenzen zu sammeln. Planen Sie genügend Zeit für diese Aufgabe ein.

5. Erklären Sie das "was" und "warum", nicht nur das "wie"

Sie haben Freude an Technologie. Ein grosser Teil des Aufwands, den Sie geleistet haben, war das Finden der richtigen Tools, und deren Einsatz. Trotzdem müssen Sie sich in den Leser versetzen. Zu häufig wird in PA/BA-Berichten gelistet, wie mit einer Latte von Tools schrittweise Verarbeitungsschritte durchgeführt wurden, aber der Leser bekommt nie deutlich erklärt, was für ein Problem überhaupt gelöst wird.

"Wir haben die Seiten mit Lynx gedownloadet, dann den HTML-Quelltext mit Tidy bereinigt. Die entstandenen Seiten wurden mit Hilfe von Regular Expressions in Perl nach den Mustern unserer Musterliste untersucht". Dies Alles mag interessant sein, aber nur, wenn dem Leser mitgeteilt wird, was überhaupt passiert und warum – zum Beispiel das Durchsuchen einer Sammlung von Webseiten nach den Namen von Versicherungskonzernen, um diese in einem nachfolgenden Schritt einer Analyse ihrer Onlineangebote zu unterziehen.

6. Machen Sie Ihre Arbeit reproduzierbar

Am Tag der Abgabe sind Sie wahrscheinlich froh, die Arbeit los zu sein, und stolz, dass Sie ein tolles Resultat erarbeitet haben. Aber Ihre Arbeit lebt weiter. Relativ oft werden Folgearbeiten ausgeschrieben, oder die Ergebnisse von Ihren Dozenten resp. den Industriepartnern weiter verwertet. Oft ist es auch interessant, Analysen später vergleichsweise nochmals durchzuführen. Dies geht nur, wenn die Dokumentation genau und vollständig genug ist, dass man das Resultat reproduzieren kann.

Dies bedeutet, dass eine andere Person mit mindestens Ihrem Ausbildungsstandard in der Lage sein sollte, das gleiche Resultat gemäss Ihrer Vorgehensweise nochmals neu zu erarbeiten, ohne substantielle Teile neu zu implementieren. Falls dies im gegebenen Fall viele technische Details bedingt, so können diese im Anhang gelistet werden, um die Arbeit nicht zu überfrachten. Die Grundlagen für Ihre Entscheidungen während der

Arbeit müssen dokumentiert sein. Auch Fehlschläge sind in diesem Kontext wichtig und interessant und sollten also erwähnt werden.

7. Wählen Sie den richtigen Ton, wenden Sie sich an das richtige Publikum

Für wen schreiben Sie diese Arbeit? Allen gegenteiligen Annahmen zum Trotz nicht nur für Ihre Dozenten. Gute Arbeiten werden noch lange gelesen, von nachfolgenden Studierenden, interessierten Industriepartnern und gegebenenfalls von einem Internetpublikum. Sprechen Sie Leute mit guten, aber allgemeinen Informatikkenntnissen an, wie Sie sie in einem solchen Publikum erwarten würden. Sie müssen nicht erklären, was eine Maus ist. Sie können für Grundtechnologien auf geeignete Quellen verweisen. Erklären Sie aber interessante, integrale Vorgehensweisen so vollständig, dass Ihr Fachpublikum die Arbeit fließend am Stück lesen kann. Beim Ton sollten sie nicht zu blumig oder selbstbezogen erscheinen. PA/BA-Berichte sind technische Arbeiten, und der passende Ton ist dementsprechend schlicht und exakt.

8. Schreiben und arbeiten Sie Sorgfältig

Verfassen Sie die Arbeit sorgfältig. Eine sehr gut zu bewertende Arbeit darf weder vor Fehlern strotzen, sondern sollte sich im Gegenteil bereits von der Haptik und Optik her wertig anfühlen. Viel wird nicht verlangt: wählen Sie eine einfache, saubere Layoutvorlage (LaTeX macht Sinn, aber es gibt auch gutes in MS Word und ähnlichem), bemühen Sie die Rechtschreibkorrektur, und lesen Sie und eine weitere Person den Text nochmals sorgfältig durch.

Schauen Sie auch nochmals Ihre Illustrationen kritisch an: das JPG-Format ist beispielsweise für Liniengrafiken nicht geeignet, da die Kompression ein Rauschen verursacht, der Ihre Grafiken mit einem "Schmutzschleier" verunreinigt.

9. Schreiben Sie Fortlaufend

Sie vereinfachen Sie enorm die Arbeit, wenn Sie zu Anfang bereits die Grobgliederung Ihres Textes erstellen und kontinuierlich während der ganzen Zeit Notizen, Gedanken und vor allem auch Referenzen zu allen Ihren Quellen in dieses Gerüst einfügen.

10. Bemühen Sie sich um einen klaren „Roten Faden“ ohne Redundanzen

Verfassen Sie Ihre Arbeit so, dass Sie (von wenigen Ausnahmen abgesehen, z.B. Abstract & Zusammenfassung/Fazit) weder Redundanzen enthält noch exzessive Querverweise auf Dinge, die vorher schon beschrieben wurden oder später noch beschreiben werden.

Der Schwierigste Teil im Entwurf der schriftlichen Arbeit liegt darin, die anfängliche Grobgliederung letztendlich so auszuverfeinern, dass diese Redundanz- und Querverweisfreiheit entsteht und man als Leser das Gefühl eines klaren „Roten Fadens“ hat: Ein durch und durch logisch aufgebauten Text mit einer klaren Struktur, in der sich diese Reihenfolge der Kapitel und Argumente geradezu automatisch ergeben hat (obwohl es für Sie in der Tat Schwerstarbeit war).