

Bachelor- en Masterthesis Survival Gids

1. Bachelorreferaat: wat, waarom en hoe?

Wat is Bachelorreferaat? Bij Bachelorreferaat voer je een wetenschappelijke eindopdrach uit, resulterend in een BSc scriptie. Je doet dus wetenschappelijk onderzoek: je zet het op, voert het uit, analyseert de resultaten, en presenteert het.

Waarom Bachelorreferaat? Doel van het bachelorreferaat is geformuleerd in de eindtermen van het vak, zie Blackboard: Na het succesvol afronden van dit vak kan de student:

- Een wetenschappelijk onderzoek van beperkte omvang in een deelgebied van een vakdomein opzetten, uitvoeren en presenteren.
- Wetenschappelijke literatuur in een deelgebied van een vakdomein zoeken, selecteren en kritisch beschouwen.

Waarom zijn deze eindtermen zo belangrijk? Allereerst vormt wetenschappelijk onderzoek een wezenlijk onderdeel van een academische opleiding. Daarnaast komt het doen van onderzoek ook vaak voor in de beroepspraktijk --- mogelijk vaker onderzoek dan je denkt: Bijvoorbeeld als je baas je vraagt om uit te zoeken welk contentmanagementsysteem het meest geschikt is is, dan vereist dat een onderzoeksvraag, onderzoeksopzet en rapportage.

1.1 Beoordelingscriteria.

Het cijfer voor het vak wordt bepaald aan de hand van de volgende criteria.

Product (= onderzoeksresultaten)

- *Correctheid*: Werkt de beschreven oplossing; is deze technisch correct? Zijn de redeneringen en argumentaties voldoende inzichtelijk?
- *Diepgang*: zijn de gevonden resultaten triviaal, of is een complex probleem aangepakt?
- *Innovatie en creativiteit*: Is de oplossing (of vraagstelling) innovatief en creatief?

Presentatie

- *Paper*: Is het paper goed geschreven; zie checklist
- *Voordracht*: Is de presentatie duidelijk?

Proces = totstandkoming resultaten

- *zelfstandigheid, proactiviteit*: is de student zelfstandig aan de slag gegaan, of moet alles hem/haar aangereikt worden?
- *wetenschappelijk-kritische houding*: neemt student alles voor gesneden koek aan, of stelt hij/zij kritische vragen?

Deze punten gelden zowel t.a.v. eigen werk, als dat van sessie-genoten. Daarnaast het gaat hier om een balans: te zelfstandig is eigenwijs, en te kritisch is op alle slakken zout leggen.

2. Bachelorreferaatsurvival

Waarschuwing! De slagingspercentages bij Bachelorreferaat zijn laag in vergelijking met andere vakken. Bachelorreferaat is anders:

- Je kunt zeker niet toe met een avond studeren voor het vak, daarvoor zijn de opdrachten te groot.
- Tentamenvragen zijn heel gesloten: de vraag is duidelijk; er is maar 1 antwoord mogelijk, en om een tentamenvraag bij vak X op te lossen, moet je methoden uit vak X gebruiken.
- Bij BSc referaat is dat anders; de vragen zijn *open*: de vraag ligt niet vast, het antwoord ook niet, en de methoden al helemaal niet.

Wat kun je er zelf aan doen om jouw slagingskansen te vergroten?

- Bijt je vanaf dag 1 in vast in de details van het onderzoek: probeer papers echt te begrijpen, installeer de tools die je gaat gebruiken en probeer ze uit, werk kleine voorbeelden uit.
- Maak een vaste, wekelijkse afspraak met je begeleider.
- Beperk andere activiteiten: max 2 vakken naast BSc referaat, geen grote bijbanen.
- Documenteer vanaf dag 1 wat je doet: maak samenvattingen van artikelen die je leest, schrijf ideeën op (ook als ze onbruikbaar lijken), documenteer uitkomsten grondig.
- Plan vaste momenten in waarop je aan BSc ref werkt; bijvoorbeeld met een groepje in het EduCafé.

Maar: laat je niet uit het veld slaan!

- Juist omdat BSc referaat je veel vrijheid biedt in het onderzoek (vraagstelling, methoden, etc.) vinden veel studenten het een aantrekkelijk vak.
- Degenen die wel slagen krijgen vaak een hoog cijfer.

3. Werkwijze

Net als bij programmeren, ontstaat een goed BSc project door een goede mix van een top-down en bottom-up aanpak.

TOP-DOWN AANPAK

1. Keuze onderwerp
2. Probleemanalyse:
 - a. Wat is eigenlijk het probleem dat moet worden opgelost?
 - b. En waarom?Dit leidt tot
 - c. Onderzoeksdoel
 - d. Onderzoeksvragen
3. Literatuuronderzoek:
 - a. Achtergrondkennis
 - b. Wat is er al over dit probleem bekend?
4. Formuleren onderzoeksmethoden
 - a. Hoe wil je het probleem gaan oplossen?
 - b. Maak een planning met onderverdeling in subtaken en deliverables
5. Uitvoeren onderzoek
6. Analyse van resultaten, formuleren bevindingen
7. Presenteren resultaten

Fases 2-4 komen terecht in de onderzoeksplan ('proposal'); Fases 2-6 in je paper. Het onderzoeksplan vormt dus een groot deel van je scriptie. Parallel aan deze fases staan het zoeken en lezen van literatuur, en het schrijven. Verder vormen deze fases een incrementeel proces: je gaat scherpt de vraag-, probleemstelling en onderzoeksmethoden steeds aan, o.a. aan de hand van de literatuur.

BOTTOM UP AANPAK

Vaak is het moeilijk om een goede vraag- en probleemstelling te bedenken als (zoals vaak het geval bij een BSc scriptie) een onderwerp nieuw is. Dan kan een bottom-up aanpak helpen: begin gewoon met het oplossen van je probleem, via trial and error, en zie waar het schip strandt.

Just do it. Begin dus alvast met het onderzoek tijdens de proposal fase: los een deelprobleem op, werk een concreet voorbeeld uit (de algemene oplossing komt dan tijdens de researchfase); programmeer een klein voorbeeld uit, maak een model van een systeemonderdeel, etc.

DESIGN SCIENCE

Hoe kom je aan een goede onderzoeksvragen en -methoden? Een vruchtbare methode is de design science methode van Roel Wieringa [referentie].

Kern is dat *engineering-onderzoek*, waaronder ook Informatica valt, gaat over het verbeteren van het ontwerp en de implementatie van (computer-)systemen. Met andere woorden: Nieuwe problemen moeten worden opgelost, bestaande oplossingen moeten verbeterd worden, alternatieve oplossingen moeten gevonden worden, etc. Voorbeelden zijn: nieuwe algoritmen, nieuwe programmeertalen, nieuwe hardware. Deze nieuwe oplossingen moeten ook gevalideerd worden, i.e., er moet bekeken worden in hoeverre deze nieuwe oplossingen de bestaande verbeteren. Om dit te doen is het belangrijk dat er van te voren kwaliteitseisen / -criteria opgesteld worden, waaraan de oplossing moet voldoen. Het onderzoek verloopt dan in 4 fasen.

1. Probleemanalyse:

1. Wat gaat jouw onderzoek verbeteren? (onderzoeksdooel)
2. Waarom is dat nodig? (motivatie)
 - Hoe erg is het probleem?
 - Wat schort er aan bestaande oplossingen?
 - Wie profiteert daarvan?

2. Ontwerp van een oplossing

1. Hoe wil jij je probleem gaan verbeteren? (onderzoeksvraag)
2. Aan welke criteria / kwaliteitseisen moet jouw oplossing voldoen?

3. Validatie

1. Hoe ga je je oplossing valideren of evalueren? (onderzoeksvraag)
 - Formuleer je criteria in meetbare grootheden
2. Met welke andere oplossingen ga je het vergelijken? (onderzoeksmethode)

4. Analyse van de resultaten

1. Hoe scoort jouw oplossing ten opzichte van de in 2.2. opgestelde criteria?
2. Wat kun je zeggen over jouw oplossing in een bredere context? Is de oplossing op andere problemen toepasbaar?

Zie de bijlage voor uitgebreide informatie.

4. Het onderzoeksvoorstel

Het onderzoeksvoorstel is (naast je paper en je presentatie) een van de belangrijke deliverables van het BSc referaat. Je hebt een kwartiel de tijd voor. Het onderzoeksvoorstel is een **plan van aanpak** waarin je beschrijft, (a) wat je gaat onderzoeken, (b) waarom je dit gaat onderzoeken, (c) hoe je dit gaat doen en (d) wat er al gebeurd is op dit gebied. Daarnaast bevat je onderzoeksvoorstel een (e) planning en (f) een literatuurlijst. Echter, deze ingrediënten worden niet in deze volgorde opgeschreven.

De structuur van het onderzoeksvoorstel is als volgt:

1. Titel, auteurs
2. Abstract (Samenvatting)
3. Introductie
4. Probleemstelling/vraagstelling
 - aka Onderzoeksdoel en onderzoeksvragen
5. Achtergrond
 - voorkennis
6. Bestaand onderzoek (related work)
7. Onderzoeksmethode
 - inclusief haalbaarheidsstudie
8. Beoogde resultaten/product
9. Planning
10. Literatuurlijst (References)
11. (Optioneel) Appendices

Enkele opmerkingen:

- Er bestaan variaties op deze structuur: soms is er achtergrondkennis nodig om de onderzoeksvragen te kunnen begrijpen, of moet je veel bestaand onderzoek bespreken voordat je je probleemstelling kunt uitleggen. In dat geval verandert de volgorde van de hoofdstukken 4,5 en 6. Soms komt related work aan het eind, om een goede vergelijking te kunnen maken met de resultaten van het paper.
- Het onderzoeksplan wordt meestal niet in deze volgorde geschreven. Vaak begin je met de onderzoeksvragen, dan onderzoeksmethoden en dan gerelateerd werk. Daarna schrijf je de introductie, conclusie en abstract. De literatuurlijst vul je zodra zich een artikel aandient. Definitieve titel wordt ook vaak laat bepaald, daarvoor gebruik je werktitels.

5. De componenten van een onderzoeksvoorstel

1. Titel

- moet de lading dekken
- is “catchy”

2. Abstract. Bevat 4 ingrediënten

- **onderwerp:** welk probleem wordt opgelost?
- **motivatie:** waarom is dat belangrijk dat dit probleem op wordt gelost?
- **methode:** hoe wordt het probleem opgelost?
- **resultaten:** wat zijn de (beoogde) resultaten?

Of, anders geformuleerd:

- **situatie:** wat is de bestaande situatie?
- **probleem:** waarom is de bestaande situatie onbevredigend?
- **motivatie:** waarom is het belangrijk dat de bestaande situatie wordt opgelost?
- **oplossing:** hoe (met welke methode) gaan we de situatie oplossen?
- **resultaten:** wat zijn de (beoogde) resultaten?

De motivatie is een externe motivatie, i.e. moet aangeven waarom dit onderzoek interessant is voor anderen. Interne motivatie (het vak halen) zijn niet relevant voor de lezer.

3. Introductie

- De introductie bevat eigenlijk dezelfde componenten als het abstract, maar nu veel meer uitgewerkt.
- je introduceert *alle* belangrijke concepten, methoden, resultaten die je gebruikt in je paper: het mag niet zo zijn dat er een belangrijk feit in je paper staat, dat niet eerst in de introductie is geïntroduceerd.
- geeft een vooruitblik op vraag- en probleemstelling, (te gebruiken) onderzoeksmethoden, (beoogde) resultaten.

4. Onderzoeksdoel en -vragen. Het onderzoeksdoel geeft aan welke probleem je met je onderzoek wil oplossen; de onderzoeksvragen zijn de vragen die je moet beantwoorden om het onderzoeksdoel te bereiken. Net als andere projectdoelen, dienen onderzoeksdoelen (gecombineerd met onderzoeksvragen) **SMART** te zijn, dus

- **specific:** zo concreet mogelijk
- **measurable:** kwantificeerbaar; je kunt achteraf zeggen of doelen gehaald zijn
- **attainable:** dit wordt o.a. gewaarborgd door de onderzoeksmethode
- **relevant:** lost belangrijk of interessant probleem op, innovatief
- **time-bound:** vandaar de planning in je proposal

Voor een manier om aan goede vragen te komen, zie de alinea over *Design Science*.

5. Achtergrond. Deze sectie beschrijft wat moet de lezer weten op de rest van het paper de

kunnen begrijpen? Hierin introduceer je standaardterminologie, -notatie, etc. Dit hoofdstuk hoeft niet origineel te zijn, want dit is niet de bijdrage van jouw onderzoek. Met een goede bronverwijzing mag je standaard definities daarom zonder meer overnemen.

6. Bestaand onderzoek ('related work' in het Engels): geeft aan (1) wat er al bekend is over jouw probleem en (2) wat jouw aanpak toevoegt aan bestaande resultaten. Tijdens je voorstel begin je met een intiële verkenning van bestaande literatuur, maar je vult deze sectie aan zodra er zich relevant werk aandient.

7. Onderzoeksmethode.

- **effectief:** lost de onderzoeksvragen inderdaad op
- **transferable:** je kunt jouw methode aan een medestudent geven, de resultaten zijn dan gelijkwaardig aan de resultaten die je zelf zou behalen
- **haalbaar:** dit geef je aan door voorbeelden te beschrijven.
- **validerend:** je onderzoeksmethode kwantificeert in hoeverre jouw onderzoeksresultaten een oplossing zijn voor het gestelde probleem.

8. (Beoogde) Resultaten/product. In het onderzoeksvoorstel beschrijf je beoogde resultaten: wat heb ik in mijn handen als jouw onderzoek gedaan is?

- **controleerbaar:** een *peer* (iemand met dezelfde achtergrond als jij) kan beoordelen of de of jouw resultaten correct zijn.
- **herhaalbaar:** Voor experimenteel onderzoek impliceert controleerbaarheid ook herhaalbaarheid: Hiervoor is het belangrijk dat producten die jij maakt tijdens je onderzoek (modellen, code, benchmarks, etc.) zo veel mogelijk openbaar zijn, en de set up (computer settings, etc.).

Verder geef je zo veel mogelijk voorbeelden!

9. Planning

Een planning geeft houvast bij het uitvoeren van je onderzoek: wat doe je wanneer? Daarnaast toont het aan dat jouw onderzoek haalbaar is in de beschikbare tijd. Ik adviseer een tabel met 4 colommen.

weeknummer	activiteit	deliverable	deadline
1-2	modeleren	Uppaal model van xyz protocol	17 februari
2-3	programmeren	Component A van	24 februari

		tool B	
--	--	--------	--

Tip: natuurlijk ruim je in je planning tijd voor het schrijven van je paper. Het is echter belangrijk dat je vanaf dag 1 begint met schrijven: documenteer zo veel mogelijk wat je doet, en houdt je resultaten op een systematische manier bij.

10. Referenties. Verwijs hierbij naar bestaande bronnen uit te literatuur.

- Zorg dat je referenties, *volledig, up-to-date, en betrouwbaar* zijn.
- Zorg ook voor *consistente layout* (wel/geen voornamen, titels van journals versus afkortingen, etc).

Zie je onderzoeksvorstel als een *businessplan*. Een goede strategie om je onderzoeksvorstel te schrijven is om dit te zien als businessplan: stel wil geld lenen bij een bank om jouw onderzoek te financieren. Op welke gronden zal een bank dat doen? De bank wil onderzoek financieren dat (a) zinvol en (b) succesvol is. Ad (a): Je zult de geldschieters dus moeten overtuigen dat jouw onderzoek zinvol is, m.a.w. je moet met een goede motivatie komen waarom jouw onderzoek de moeite waard is. Een van de zaken die je zult moeten beargumenteren is dat jouw onderzoek niet al eerder gedaan is. M.a.w. je moet laten zien wat er op jouw gebied al gedaan is, en hoe jouw onderzoek daarop aansluit, m.a.w. wat zijn de overeenkomsten, verschillen met bestaand onderzoek. Ad (b) Banken willen risico's uitsluiten. Ze willen graag weten dat je waar kunt maken wat jij in jouw voorstel belooft. Jij kunt de bank overtuigen door met een goed doortimmerd plan te komen, d.w.z. een goede onderzoeksmethode die jouw probleem gaat oplossen. Dit doe je door zo concreet mogelijk te beschrijven wat je gaat doen: welke tools ga je gebruiken, welke case studies ga je analyseren?

Transferabiliteit Eigenlijk moet het zo zijn dat, als je jouw voorstel aan een medestudent geeft, jouw medestudent het voorstel goed kan uitvoeren, en de beloofde resultaten boekt.

5. De componenten van een wetenschappelijk artikel

De structuur van een paper is als volgt:

1. Titel, auteurs
2. Abstract (Samenvatting)
3. Introductie
4. Probleemstelling/vraagstelling
 - aka Onderzoeksdoel en onderzoeksvragen
5. Achtergrond
 - voorkennis
6. Bestaand onderzoek (related work)
7. Onderzoeksmethode
8. **Resultaten**
9. **Analyse van resultaten en discussie**
10. **Conclusie**
11. Literatuurlijst (References)
12. **(Optioneel) Appendices**

Enkele opmerkingen:

- De componenten van een paper zijn dus bijna gelijk aan die van het onderzoeksvoorstel, op secties 8,9,10 en 12 na. Ook hier bestaan variaties op deze structuur: naast de eerder besproken variaties, worden de resultaten en de analyse ervan regelmatig binnen hetzelfde hoofdstuk behandeld. Het hoofdstuk conclusie heet vaak conclusie en verder onderzoek.
- Ook voor het paper geldt: gebruik zo veel mogelijk voorbeelden ter illustratie

8. Resultaten. Beschrijf de resultaten die je uit te onderzoek verkregen hebt.

- Als je kwantitatieve gegevens hebt (runtijden van tools, #gevonden bugs, #toestanden) zet deze dan uit in een grafiek. Heb je meerdere grafieken, geef dan ook een overzichtsgrafiek.

9. Analyse van resultaten en discussie. Analyseer de gegevens, en *beantwoordt daarmee de onderzoeksvragen.*

10. Conclusie. In deze sectie (ook wel Conclusions and future work) geheten, bespreek je drie dingen

- *Samenvatting:* zet de belangrijkste bevindingen van het onderzoek nog eens op een rijtje. Dit staat ook in het abstract, met het verschil dat de lezer nu het paper gelezen heeft, dus je mag technische concepten, notatie, etc. uit het paper gebruiken.

- *Reflectie*: in hoeverre zijn de resultaten van dit onderzoek, dat gedaan is binnen een specifieke context, onder bepaalde aannames, ook toepasbaar binnen een bredere context? Zie hiervoor ook de design-sciencemethode.
- *Verder onderzoek*: wat zijn de meest nijpende zaken die verder uitgezocht moeten worden?

12. Appendices. Hierin zet je informatie die wel interessant is, maar niet wezenlijk voor het paper. Typische voorbeelden zijn: Listings van code, lange bewijzen, tool settings, enquêtevragen, etc.