

# **Invoering MUMIE ter ondersteuning van het wiskunde serviceonderwijs**

*Fase 1: MUMIE en alternatieven*

Stijn Wever

Technische Universiteit Delft

Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde & Informatica

Maart 2009



# Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding.....</b>	<b>5</b>
<b>2 E-learning algemeen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Definitie.....	7
2.2 Voordelen.....	7
2.3 Nadelen.....	8
2.4 Kritische succesfactoren.....	8
<b>3 E-learning bij Lineaire Algebra.....</b>	<b>9</b>
3.1 Type.....	9
3.2 Doelstellingen.....	9
3.3 Eisen.....	10
3.4 Alternatieven.....	12
<b>4 Alternatieven.....</b>	<b>13</b>
4.1 MUMIE.....	13
4.2 ActiveMath.....	14
4.3 EMILeA-stat.....	15
4.4 WebALT.....	16
4.5 CourseCompass.....	17
4.6 Wortel TU/e.....	19
4.7 E-book Nico van Wijngaarden.....	19
4.8 WebAssign.....	19
4.9 MapleTA.....	20
4.10 Conclusie.....	21
<b>5 MUMIE: de functionaliteiten.....</b>	<b>25</b>
5.1 Functionaliteiten en visie.....	25
5.2 Gebruikershandleiding.....	25
<b>6 MUMIE: de aanpasbaarheid.....</b>	<b>27</b>
6.1 Aanpassingen en toevoegingen.....	27
6.2 Docenthandleiding.....	28
<b>7 Vervolgstappen en tijdsplanning.....</b>	<b>29</b>
<b>Referenties.....</b>	<b>31</b>



## 1 Inleiding

Al jarenlang vinden er vele veranderingen plaats in het gebruik van computers en internet, zo ook in het onderwijs. Voor het vak Lineaire Algebra aan de Technische Universiteit Delft wordt ook gekeken naar de mogelijkheden voor het gebruik van computers en internet, oftewel e-learning. Dit rapport doet verslag van dit onderzoek.

In hoofdstuk 2 wordt eerst kort behandeld wat e-learning precies inhoudt, wat de voor- en nadelen zijn en welke factoren nodig zijn om e-learning tot een succes te maken. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 besproken welk type e-learning het meest geschikt is om toe te passen binnen het vak Lineaire Algebra. Hoofdstuk 4 behandelt daarna de verschillende alternatieven van e-learning die op het moment gebruikt worden. Dit om een goed beeld te krijgen van de mogelijkheden van e-learning.

Vanaf hoofdstuk 5 zal dit rapport inzoomen op het e-learning alternatief MUMIE, uitgekozen door de TU Delft als het alternatief met veel potentie. Eerst zal een uitgebreid overzicht worden gegeven van alle functionaliteiten voor de student en de visie hierachter. In hoofdstuk 6 zal ingegaan worden op het aanpassen van de inhoud van MUMIE aan het onderwijsprogramma van Lineaire Algebra aan de TU Delft.

Uiteindelijk zullen in hoofdstuk 7 de vervolgstappen behandeld worden die nodig zullen zijn voor het succesvol introduceren van MUMIE ter ondersteuning van het wiskunde serviceonderwijs. Hierbij zal ook een globale tijdsplanning worden aangegeven.



## 2 E-learning algemeen

E-learning is een breed begrip. Dit hoofdstuk zal kort bespreken wat E-learning precies is, welke voordelen het biedt en welke nadelen het kan hebben. Als laatste zullen een aantal kritische succesfactoren besproken worden, die vereist zijn om de introductie van E-learning tot een succes te maken. In hoofdstuk 3 zal verder worden ingegaan op E-learning binnen het vak Lineaire Algebra.

### 2.1 Definitie

E-learning is de afkorting van *Electronic Learning*. Aangezien de opvattingen over E-learning verschillen is het moeilijk om een eenduidige definitie te geven. In brede zin zou E-learning als volgt gedefinieerd kunnen worden [ref. 1]:

*Elke leervorm waarbij gebruik gemaakt wordt van een computernetwerk.*

Hierbij kan gedacht worden aan *praktische* E-learning instrumenten die het leren praktisch gezien gemakkelijker maken en aan *didactische* instrumenten, die het leerproces verbeteren.

E-learning kan op vier verschillende wijzen gebruikt worden [ref. 2 en 3]. Deze vier kwadranten die onderscheiden worden zijn:

- **Lokaal synchroon:** iedereen werkt op dezelfde plaats aan dezelfde leerstof
- **Lokaal asynchroon:** iedereen werkt op dezelfde plaats maar aan verschillende onderwerpen
- **Afstand synchroon:** iedereen werkt op een andere locatie, maar aan dezelfde leerstof
- **Afstand asynchroon:** iedereen werkt op een andere locatie aan verschillende onderwerpen

### 2.2 Voordelen

Het gebruik van E-learning in het onderwijs heeft een aantal voordelen [ref. 2 en 3]. Zoals uit de vorige paragraaf ook is gebleken kan er binnen de voordelen onderscheid gemaakt worden tussen *praktische* en *didactische* voordelen.

#### Praktische voordelen

- *Meer flexibiliteit:* leren kan op iedere moment op iedere plaats
- *Gemakkelijkere communicatie:* uitwisselen van informatie, beoordelen van ieders werk, discussies etc.

#### Didactische voordelen:

- *Meer variatie in onderwijsmateriaal:* video, audio, interactieve opgaven, spelletjes etc. die het begrip van de stof kunnen verbeteren

## 2.3 Nadelen

Er zijn twee belangrijke nadelen die E-learning met zich meebrengt [ref. 2 en 3]. Deze nadelen zijn:

- *Vermindering menselijke interactie*: E-learning vermindert de menselijke interactie terwijl dit juist een belangrijk onderdeel is binnen het onderwijs en dus niet mag verdwijnen
- *Hoge investeringskosten*: aanschaf van hard- en software brengt hoge kosten met zich mee
- *Acceptatie docenten en studenten*: Ongeacht de kwaliteit van de E-learning toepassing dient deze voor succes geaccepteerd te worden door alle soorten gebruikers

Eerstgenoemd nadeel kan voorkomen worden door gebruik te maken van *blended learning*<sup>1</sup>. Meer over deze vorm van leren zal in hoofdstuk 2 ter sprake komen.

## 2.4 Kritische succesfactoren

Om de introductie van E-learning toepassingen in het onderwijs tot een succes te maken, zijn een aantal factoren noodzakelijk [ref. 4]. Deze zogenoemde kritische succesfactoren zijn:

- *Kennis*: Over E-learning alternatieven, impact van E-learning op organisatie en mensen, en leveranciers E-learning toepassingen.
- *Draagvlak*: Zorg voor bewustheid van de voor- en nadelen van E-learning, een verantwoordelijke voor invoering van E-learning en acceptatie onder eindgebruikers E-learning toepassingen.
- *Financiën*: Voldoende financiële middelen om de (mogelijk) hoge investeringskosten van E-learning te dragen.
- *Competenties*: Een team dat een E-learning toepassing vanaf 'nul' opbouwt, moet beschikken over: programma ontwerpers, onderwijskundigen, systeem ontwerpers, software programmeurs, multimedia experts en grafische experts. Voor het vullen en aanpassen van een bestaande E-learning toepassing zijn alleen onderwijskundigen essentieel en kunnen de overige experts indien nodig ingeschakeld worden.
- *Flexibiliteit*: Continue ICT ontwikkelingen zorgen voor continue verandering binnen organisatie. Vereist flexibiliteit van mensen en middelen.

---

<sup>1</sup> Blended learning is een combinatie van E-learning toepassingen en traditionele vormen van onderwijs in een collegezaal



### 3 E-learning bij Lineaire Algebra

De definitie van E-learning, zoals omschreven in het vorige hoofdstuk, is erg breed. In dit hoofdstuk zal een duidelijker beeld geschetst worden van het soort E-learning dat geschikt is voor gebruik bij Lineaire Algebra. Hierbij worden de doelstellingen gegeven die met de E-learning toepassing bereikt dienen te worden en vervolgens zal er beschreven worden aan welke eisen deze toepassing daarvoor moet voldoen. Referenties 2, tot en met 6 zijn hiervoor gebruikt. Dit hoofdstuk zal worden afgesloten met een korte beschrijving van een aantal alternatieven voor E-learning toepassingen bij Lineaire Algebra.

#### 3.1 Type

Er zijn twee aspecten waar de E-learning toepassingen bij het vak Lineaire Algebra binnen moeten vallen:

- **Afstand asynchroon:** Student moet op ieder moment op iedere locatie gebruik kunnen maken van de E-learning toepassingen.
- **Blended learning:** De E-learning toepassingen zijn een toevoeging aan de huidige onderwijsvorm en geen vervanging ervan.

Direct contact met docenten en andere studenten is cruciaal in het leerproces. E-learning kan dus nooit een vervanging zijn van de huidige onderwijsvorm, maar moet ondersteunend zijn binnen het conventionele onderwijs. Om E-learning succesvol te gebruiken dient het daadwerkelijk iets toe te voegen en moet de applicatie ook onderdeel worden van de cursus.

#### 3.2 Doelstellingen

Op het moment dat de E-learning toepassingen continue en overal te gebruiken zijn, kan het zowel praktische als didactische voordelen bieden. Deze voordelen kunnen ook omschreven worden als de doelstellingen die gehaald moeten worden met het introduceren van E-learning binnen Lineaire Algebra.

Binnen de doelstellingen kunnen we drie groepen onderscheiden. Naast algemene doelstellingen zijn er ook doelen gericht op het verbeteren van het leerproces van de student en doelen die de werkzaamheden van de docent moeten verbeteren.

*Algemeen:*

- Onderwijs verlevendigen
- Kwaliteit onderwijs verbeteren: competenties, vaardigheden en prestaties
- Slagingspercentage verhogen
- Creëren van een netwerk: studenten helpen elkaar

*Student:*

- Student activeren, stimuleren, motiveren, enthousiasmeren en inspireren
- Student aan het werk houden *tijdens* collegeperiodes
- Student ondersteunen in begripsvorming en opnemen van de stof door middel van interactie

- Conceptmatig denken van de student stimuleren: minder aandacht voor vervelend rekenwerk
- Probleem oplossende vaardigheden en creatief denken van de studenten verbeteren, terwijl “pen en papier vaardigheden” worden behouden
- Student traint zichzelf

*Docent:*

- Docent stimuleren, motiveren en inspireren
- Werk docent vergemakkelijken: opgaven in grote lijnen uitleggen, “vervelend” rekenwerk overlaten aan het E-learning programma

### **3.3 Eisen**

Binnen een E-learning toepassing moeten 3 verschillende leerfasen te onderscheiden zijn:

1. *Pre-instructie*: student enthousiasmeren en informatie geven over de leerdoelen en de voordelen die hij kan bereiken bij het onder de knie krijgen van de stof in de instructiefase.
2. *Instructie*: het overbrengen van de leerstof op de student, waarbij de context, uitdagingen, opdrachten en commentaar het volgende in zich moeten hebben:
  - *Betekenisvol*: onderwerpen moeten zinvol en herkenbaar zijn
  - *Memorabel*: gepresenteerde stof moet gemakkelijk op te nemen en te onthouden zijn
  - *Motiverend*: onderwerpen moeten motiverend zijn
  - *Meetbaar*: de voortgang en prestaties van de student moeten meetbaar zijn
3. *Prestatie*: oefenen en oprispen van de in de instructiefase geleerde stof, om deze trainingen ook daadwerkelijk om te zetten in verbeterde prestaties.

De meeste eisen waaraan de E-learning toepassing moet voldoen kunnen verdeeld worden over deze drie fasen. Daarnaast zijn er echter ook nog een aantal algemene eisen:

*Algemeen:*

- Gemakkelijk in gebruik
- Student centraal stellen
- Duidelijk, logisch en eenvoudig ontwerp: student kan zich volledig richten op de activiteit
- Duidelijke structuur in informatie: volgens de inhoud van de cursus
- Goede presentatie van formules: MathML
- Gebruik van html: gemakkelijk browsen en slechts een enkel programma geopend
- Gebaseerd op Web 2.0 technologieën: permanent beschikbaar

- Schaalbaar programma
- Open source
- Gemakkelijk aanpasbare inhoud (zowel tekst en formules als plaatjes en demo programma's)

*Pre-instructie:*

- Leerdoelen: informatie over de voordelen van verbeterde kennis en prestaties
  - Enthousiasmeren met aantrekkelijke (complexe) context
- Praktijk voorbeelden
- Omschrijf risico's die student alert maken: bv. minimaal 70% gemaakt en daarvan minimaal 70% goed, anders geen deelname aan tentamen

*Instructie:*

- Stof en uitleg:
  - Aantrekkelijke (complexe) context: inspireer student
  - Visualisaties: audio en video
  - Interactie met student: vragen stellen (student actief en test begripsvorming)
  - Extra (verdiepende) informatie naast de inhoud van de cursus
- Probleem oplossen centraal stellen
- Analoge opgaven:
  - Uitdagend en interessant
  - Test begrip en rekentaalvaardigheid
  - Opgebouwd uit meerdere stappen
  - Geen "multiple choice" of "value fill-in" opgaven, maar richting conventionele "pen en papier" opgaven
  - Veranderende parameters
  - Mogelijkheid tot geven van hints
  - Herkennen van verschillende schrijfvormen van eenzelfde antwoord
  - Automatische (intrinsic) feedback: meer dan alleen goed of fout
  - Gebruik screen recordings: getoond beeld afhankelijk van antwoord student
  - Gebruik "gaming" technieken
  - Bouw opfris oefeningen in
- Individueel studieplan kunnen opzetten
  - Progressie monitoren
- Forum: community building

**Prestatie:**

- Herhalingsopgaven:
  - Uitdagend en interessant
  - Test begrip en rekenvaardigheid
  - Opgebouwd uit meerdere stappen
  - Geen “multiple choice” of “value fill-in” opgaven, maar richting conventionele “pen en papier” opgaven
  - Veranderende parameters
  - Mogelijkheid tot geven van hints
  - Automatische (intrinsic) feedback: meer dan alleen goed of fout
  - Gebruik screen recordings: getoond beeld afhankelijk van antwoord student
  - Gebruik “gaming” technieken
  - Bouw opfris oefeningen in
  - Bied makkelijkere/moeilijkere opgaven aan, afhankelijk van voorgaande antwoorden
  - Genoeg oefening voor ieder moeilijkheidsniveau
  - Registreer voortgang
- Oefententamens: met feedback
  - Registreer voortgang
- Toetsen:
  - Verwerk uitslagen automatisch

### 3.4 Alternatieven

Er zijn verschillende alternatieven die mogelijk zouden kunnen voldoen aan de opgestelde eisen voor E-learning toepassingen bij Lineaire Algebra. Een aantal van deze alternatieven zijn:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. MUMIE                       | <a href="http://www.mumie.net">www.mumie.net</a>                         |
| 2. ActiveMath                  | <a href="http://www.activemath.org">www.activemath.org</a>               |
| 3. EMILeA-stat                 | <a href="http://www.emilea.de">www.emilea.de</a>                         |
| 4. WebALT                      | <a href="http://www.webalt.com">www.webalt.com</a>                       |
| 5. CourseCompass               | <a href="http://www.coursecompass.com">www.coursecompass.com</a>         |
| 6. Wortel TU/e                 | <a href="http://wortel.tue.nl">wortel.tue.nl</a>                         |
| 7. E-book Nico van Wijngaarden | <a href="http://www.nicovanwijngaarden.nl">www.nicovanwijngaarden.nl</a> |
| 8. WebAssign                   | <a href="http://www.webassign.net">www.webassign.net</a>                 |
| 9. MapleTA                     | <a href="http://www.maplesoft.com">www.maplesoft.com</a>                 |

Van deze alternatieven zullen in het volgende hoofdstuk kort de functionaliteiten met bijhorende voor- en nadelen worden beschreven. Vervolgens zal er dieper worden ingegaan op MUMIE.

## 4 Alternatieven

De in het vorige hoofdstuk genoemde alternatieven die mogelijk geschikt zouden zijn als E-learning toepassing binnen Lineaire Algebra, zullen in dit hoofdstuk verder worden toegelicht. Van ieder alternatief wordt een korte omschrijving gegeven, waarna de functionaliteiten en voor- en nadelen worden beschreven. In de laatste paragraaf wordt uitgezet welk alternatief, of eventueel welke alternatieven, het meest geschikt is/zijn voor de cursus Lineaire Algebra. Deze zullen in de hierop volgende hoofdstukken dan in meer detail worden uitgewerkt.

### 4.1 MUMIE

MUMIE is web-based en daarom op ieder moment op elke locatie beschikbaar. De verschillende elementen waaruit MUMIE is opgebouwd kunnen samengevoegd worden tot een specifiek programma, wat het erg flexibel maakt. De verbanden tussen de verschillende elementen zijn ook weergegeven, wat de begripsvorming van het onderwerp verbetert. Verder combineert MUMIE het moderne virtuele leren met het traditionele didactische onderwijs.

Meer informatie over MUMIE is te vinden op [www.mumie.net](http://www.mumie.net) [ref. 9] en referenties 7 en 8. In het vervolg van dit verslag zal de focus ook liggen op MUMIE, dus meer informatie is ook te vinden in dit verslag vanaf hoofdstuk 5. De belangrijkste functionaliteiten en voor- en nadelen van MUMIE worden hieronder behandeld.

#### 4.1.1 Functionaliteiten

Enkele hoofdfunctionaliteiten van MUMIE zijn:

- Interactieve demos, opgaven en trainingen met feedback
- Opstellen van individueel studieplan
- Mogelijkheid tot samenstellen toetsen met inlevertermijn
- Semantic-net: webstructuur met verbanden tussen verschillende onderwerpen
- Interactieve visualisaties en graphics
- MUMIE standaarden: XML, MathML, Latex
- Communicatie-applet met html
- Open source: flexibel, herbruikbaar en houdbaar

#### 4.1.2 Voor- en nadelen

Na het experimenteren met de MUMIE demo zijn een aantal voor- en nadelen van deze E-learning toepassing naar voren gekomen. Deze voor- en nadelen van MUMIE worden gegeven aan de hand van de lijst van eisen opgesteld in het vorige hoofdstuk. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de eisen waar MUMIE wel, gedeeltelijk of niet aan voldoet. De belangrijkste voor- en nadelen van MUMIE worden hieronder behandeld.

De belangrijkste **voordelen** die MUMIE biedt zijn:

- Geschikt voor grote colleges maar ook voor individueel studeren
- Overall op ieder moment bruikbaar
- Integreerbaar in traditionele didactische leervorm

- Aanpasbare inhoud
- Nette eenvoudige en daardoor overzichtelijke vormgeving
- 3-fasen structuur: pre-instructie, instructie, prestatie
- Enthousiasmeert met (leuke) praktijk voorbeelden (echter missen hier illustraties!)
- Presentatie stof: beperkte theorie (samenvattend gegeven), veel interactieve voorbeelden en visualisaties waarbij probleem oplossen centraal staat.
- Opgaven: richting conventionele opgaven waarbij stapsgewijs zowel begrip en rekenvaardigheid getest worden. De parameters veranderen steeds. Ook worden er “opfrisopgaven” gegeven
- Biedt herhalingsopgaven/toetsen per college en een uitgebreide eindtoets met de mogelijkheid om resultaten te registreren voor de docent
- Mogelijkheid tot opstellen en monitoren van individueel studieprogramma
- Gebruikt gaming technieken, met behulp van Java applet

De belangrijke **nadelen**, die MUMIE in zich heeft zijn:

- Er is een beperkte helpfunctie en geen gebruikershandleiding
- De webstructuur geeft niet duidelijk aan waar je je in de stof bevindt
- Presentatie stof: context kan aantrekkelijker en slechts minimaal gebruik van visualisaties (video)
- Opgaven: nog te weinig uitdagend, te eenvoudig en te beperkt
- Feedback wel automatisch, maar alleen goed/fout. Moet uitgebreider
- Geen gebruik van screen recordings
- Geen community omgeving aanwezig

## 4.2 ActiveMath

ActiveMath maakt veel gebruik van visualisaties. Ook is er veel aandacht voor het samenstellen van individuele programma's, wat echter de essentiële rol van de docent naar de achtergrond verdrijft.

Meer informatie over ActiveMath is te vinden op [www.activemath.org](http://www.activemath.org) [ref. 10]. De belangrijkste functionaliteiten en voor- en nadelen van ActiveMath worden hieronder behandeld.

### 4.2.1 Functionaliteiten

Enkele hoofdfunctionaliteiten van ActiveMath zijn:

- Mogelijkheid tot samenstellen van een eigen boek uit beschikbare elementen
- Interactieve opgaven met hints en feedback op verschillende niveaus
- Het monitoren van progressie in de stof en opgaven
- Web-based: overal en altijd beschikbaar

## 4.2.2 Voor- en nadelen

Het experimenteren met ActiveMath heeft geleid tot de voor- en nadelen zoals gepresenteerd in tabel 4.1. Hieronder zullen de belangrijkste besproken worden.

De belangrijkste **voordelen** die ActiveMath biedt zijn:

- Mogelijkheid tot samenstellen van een individueel studieprogramma
- Overal en op ieder moment bruikbaar
- Duidelijke structuur en duidelijk ontwerp: gemakkelijk navigeerbaar
- Presentatie stof: redelijk interactief en met visualisaties, waarbij probleem oplossen centraal staat
- Opgaven: test begrip en rekentaalvaardigheid. Probeer dit stapsgewijs te doen en met “opfrisopgaven”.
- Progressie wordt bijgehouden in het individuele studieplan
- Biedt herhalingsopgaven aan

De belangrijke **nadelen**, die ActiveMath in zich heeft zijn:

- Rol docent verdwijnt naar de achtergrond
- Geen 3-fasen structuur: geen leerdoelen en enthousiasmerende context ontbreekt
- Presentatie stof: context is niet aantrekkelijk en geen verdieping
- Opgaven: niet uitdagend en erg eenvoudig (multiple choice en value fill-in) zonder veranderende parameters
- Geen uitgebreide feedback (alleen goed/fout)
- Geen gaming technieken
- Geen screen recordings
- Geen community omgeving aanwezig
- Geen oefententamens of toetsen

## 4.3 EMILeA-stat

EMILeA-stat is gericht op statistiek, maar biedt in deze richting vele interactieve visualisaties en voorbeelden.

Meer informatie over EMILeA-stat is te vinden op [www.emilea.de](http://www.emilea.de) [ref. 11]. De belangrijkste functionaliteiten en voor- en nadelen van EMILeA-stat worden hieronder behandeld.

### 4.3.1 Functionaliteiten

Enkele hoofdfunctionaliteiten van EMILeA-stat zijn:

- Interactieve opgaven op verschillende niveaus
- Webstructuur die verbanden tussen onderwerpen binnen de stof aangeeft
- Web-based: overal en altijd beschikbaar

### 4.3.2 Voor- en nadelen

Ook voor EMILeA-stat zijn alle voor- en nadelen gepresenteerd in tabel 4.1. De belangrijkste hiervan staan hier ook beschreven.

De belangrijkste **voordelen** die EMILeA-stat biedt zijn:

- Duidelijke presentatie tekst en formules
- Overal en op ieder moment bruikbaar
- Stof bevat enkele visualisaties

De belangrijke **nadelen**, die EMILeA-stat in zich heeft zijn:

- Niet gemakkelijk in gebruik
- Geen gebruikershandleiding
- Geen 3-fasen structuur: geen leerdoelen en enthousiasmerende context. Ook geen uitgebreide oefening ter bevordering van de prestaties
- Stof is niet aantrekkelijk gepresenteerd, zonder interactie en met weinig visualisaties en verdieping
- Opgaven zijn beperkt, niet uitdagend en erg eenvoudig
- Wordt geen gebruik gemaakt van gaming technieken of screen recordings
- Geen mogelijkheid tot opzetten individueel studieplan
- Geen community omgeving

## 4.4 WebALT

De inhoud van WebALT wordt gegeven in verschillende typen bestanden, wat betekent dat er meerder programma's tegelijkertijd draaien. Ook is WebALT niet gebaseerd op open source applicaties. Echter biedt WebALT wel interactieve opgaven met directe feedback.

Meer informatie over WebALT is te vinden op [www.webalt.com](http://www.webalt.com) [ref. 12]. De belangrijkste functionaliteiten en voor- en nadelen van WebALT worden hieronder behandeld.

### 4.4.1 Functionaliteiten

Enkele hoofdfunctionaliteiten van WebALT zijn:

- Veel verschillende interactieve opgaven met hints, complete uitwerking en automatische grading
- Mogelijkheid tot individuele oefening in eigen tijd en op iedere plek
- Focus komt te liggen op het verbeteren van de zwakke punten door oefening
- Opbouw met:
  1. Colleges
  2. Voorbeelden
  3. Oefenopgaven



4. Interactieve opgaven met uitgebreide feedback
  5. Laboratoria: visualisaties en experimenteren
- Geavanceerde rekenmachine
  - Web-based: overal en altijd beschikbaar

#### 4.4.2 Voor- en nadelen

Tabel 4.1 geeft alle voor- en nadelen van WebALT. De belangrijkste zijn hieronder nogmaals beschreven.

De belangrijkste **voordelen** die WebALT biedt zijn:

- Duidelijk ontwerp
- Duidelijke presentatie van tekst en formules
- Overal en op ieder moment bruikbaar
- Stof wordt interactief gepresenteerd en bevat vele visualisaties waarbij probleem oplossen centraal staat
- Opgaven: redelijk uitdagend met wisselende parameters, hints en volledige uitwerkingen
- Gaming technieken worden veelvuldig toegepast
- Mogelijkheid tot het opstellen van een individueel studieplan, en het monitoren van de progressie
- Community omgeving (forum) voor contact tussen studenten en docenten

De belangrijke **nadelen**, die WebALT in zich heeft zijn:

- Niet open-source
- Geen duidelijke structuur
- Geen gebruikershandleiding
- Meerdere programma's/vensters nodig voor het openen van bestanden
- Geen 3-fasen structuur: leerdoelen en enthousiasmerende context ontbreken
- Stof is weinig aantrekkelijk en verdiepend
- De opgaven worden niet in meerdere stappen gegeven en zijn allen op hetzelfde niveau
- Geen uitgebreide feedback
- Geen screen recordings
- Geen "opfrisoefeningen"
- Geen mogelijkheid tot toevoegen en oefenen van voorbeeld tentamens en toetsen

### 4.5 CourseCompass

CourseCompass is een E-learning applicatie die is ontwikkeld door de uitgever van verschillende wiskundemethoden. Deze toepassing is dus ook alleen toegankelijk na aanschaf van het boek. Bij CourseCompass wordt gebruik gemaakt van de vormgeving van BlackBoard. Naast de informatie die de uitgever al heeft toegevoegd kan een docent dus ook eenvoudig informatie toevoegen. Nadeel is wel dat bij gebruik verschillende programma's geraadpleegd moeten worden.

Meer informatie over CourseCompass is te vinden op [www.coursecompass.com](http://www.coursecompass.com) [ref. 13]. De belangrijkste functionaliteiten en voor- en nadelen worden hieronder behandeld.

### 4.5.1 Functionaliteiten

Enkele hoofdfunctionaliteiten van CourseCompass zijn:

- Maakt gebruik van de BlackBoard omgeving
- Toepassing hoort bij een boek en is volgens deze structuur opgebouwd
- Veel wisselende interactieve opgaven met voorbeelden, hints, complete uitwerking en uitgebreide feedback
- Multimedia bibliotheek voor videocolleges en overige verdiepende informatie
- Individueel studieplan mogelijk met het bijhouden van progressie
- Web-based: overal en altijd beschikbaar

### 4.5.2 Voor- en nadelen

Alle voor- en nadelen van CourseCompass zijn weer terug te vinden in tabel 4.1. De belangrijkste worden hieronder wat uitgebreider omschreven.

De belangrijkste **voordelen** die CourseCompass biedt zijn:

- Geschikt voor grote colleges maar ook voor individueel studeren
- Overal en op ieder moment bruikbaar
- Duidelijk ontwerp
- Herkenbare BlackBoard omgeving: overzichtelijke structuur, al kan deze beter
- Structuur al gekoppeld aan de methode
- Bruikbaar bij meerdere wiskundemethodes
- Goede presentatie van tekst en formules
- Goede gebruikershandleiding
- Aanpasbare inhoud
- Stof met visualisaties, verdiepende informatie waarbij probleem oplossen centraal staat
- Opgaven zijn redelijk uitdagend en erg afwisselend, testen stapsgewijs zowel begripsvorming als rekenvaardigheid eventueel met behulp van hints
- Uitgebreide automatische feedback
- Voldoende "opfrisoefeningen"
- Veel herhalingsopgaven ter verbetering van de prestaties
- Forum en andere BlackBoard functionaliteiten
- Mogelijkheid tot videocolleges (en screen recordings) in de multimedia bibliotheek
- Oefentamens kunnen toegevoegd worden

- Toetsen kunnen toegevoegd worden met automatische beoordeling

De belangrijke **nadelen**, die CourseCompass in zich heeft zijn:

- Alleen bruikbaar met inlogcode, verkrijgbaar bij de aanschaf van het boek
- Structuur kan duidelijker: bijvoorbeeld per hoofdstuk in plaats van soort oefening
- Geen 3-fasen structuur: mist motiverende leerdoelen en enthousiasmerende context
- Stof mist aantrekkelijke context en interactie (slechts slides en kopie van het boek)
- Meerdere programma's/vensters nodig voor het openen van verschillende bestanden

## 4.6 Wortel TU/e

Wortel TU/e [ref. 14] is een E-learning toepassing van de Technische Universiteit Eindhoven, gericht op scholieren of HBO'ers die de overstap maken richting de universiteit. De meeste aandacht gaat uit naar het maken van oefenopgaven. Ook wordt er beperkte theorie aangeboden die noodzakelijk is voor het oplossen van de opgaven. Echter biedt Wortel TU/e geen speciale voordelen die niet in voorgaande E-learning toepassingen aan bod zijn gekomen en dus zal er hier ook niet verder worden ingegaan op deze toepassing.

## 4.7 E-book Nico van Wijngaarden

Voor zijn afstudeeronderzoek heeft Nico van Wijngaarden een hoofdstuk ontwikkeld van een E-book voor het vak 'Numerieke Methoden voor Differentiaalvergelijkingen', zie [www.nicovanwijngaarden.nl](http://www.nicovanwijngaarden.nl) [ref. 15]. Dit E-book bevat een aantal belangrijke eigenschappen waar een E-learning toepassing aan zou moeten voldoen:

- Structuur volgens het boek
- Achtergrondinformatie: externe links
- (Interactieve) video-uitleg: screen recordings
- Links naar oefententamens en extra opgaven

Ook biedt het E-book enkele oefenopgaven. Deze zijn echter onvoldoende uitgewerkt en dienen alleen ter illustratie van de screen recordings. Bovengenoemde vier punten zijn dus de voornaamste voordelen die het E-book op dit moment biedt en die meegenomen kunnen worden in de uiteindelijke E-learning toepassing die gebruikt gaat worden voor bij Lineaire Algebra.

## 4.8 WebAssign

WebAssign [ref. 16] is een toepassing die veel weg heeft van CourseCompass. Het is een grote database aan opgaven voor verschillende wiskundemethodes. Er kan een eigen cursus aangemaakt worden door het betreffende boek te laden en daarvan de gewenste opgaven te selecteren. Bij iedere opgave kan gevraagd worden om een hint, ook kan de betreffende sectie uit het boek (digitaal) geraadpleegd worden. De score op de opgave wordt geregistreerd en als feedback wordt de volledige uitwerking gegeven. De voor- en nadelen van WebAssign zijn sterk vergelijkbaar met die van CourseCompass en daardoor zal er hier niet verder op in worden gegaan.

## 4.9 MapleTA

In MapleTA kunnen docenten zelf gemakkelijk opgaven aanmaken en deze ordenen in een database. Vanuit deze database is het dan mogelijk om opgaven te selecteren en toetsen samen te stellen. Deze kunnen gebruikt worden om de student te laten oefenen, als toets of als (deel)tentamen. Voordeel is dat docenten alles zelf kunnen bepalen bij het ontwikkelen van opgaven en toetsen. Deze mogelijkheden zullen in paragraaf 4.9.1 besproken worden. Nadeel is dat MapleTA slechts een database van opgaven is. Er is dus geen 3-fasen structuur, met een pre-instructie, instructie- en prestatiefase zoals beschreven in paragraaf 3.3, waarbij de student meegenomen wordt door de stof.

Meer informatie over MapleTA kan gevonden worden op de website [www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com) [ref. 17] of via Drs. J.A. Verheij [ref. 18], docent aan de Technische Universiteit Delft.

### 4.9.1 Functionaliteiten

Binnen MapleTA kunnen opgaven en toetsen aangeboden worden aan de studenten. Docenten kunnen hierbij de volgende aspecten bepalen:

- Soort opgave: multiple choice (1 of meer goed) of open vraag
- Doel opgaven: oefening, toets, (deel)tentamen
- Maximum score per opgave
- Mogelijkheid tot het krijgen van hints (met puntenaftrek)
- Mate van feedback
- Gebruik van veranderende parameters
- Registratie van antwoorden en scores
- Beschikbaarheid opgaven

Studenten kunnen nadat ze hebben ingelogd de beschikbare opgaven selecteren en maken. Afhankelijk van het type vraagstuk moet de student een van de volgende eindantwoorden kiezen:

- Een (of meer) keuze(s) selecteren bij multiple choice
- Een getal geven
- Een formule geven

Hierbij is het wel van belang dat duidelijk wordt aangegeven hoe het getal of de formule ingevoerd dient te worden, zodat Maple weet wat er bedoeld wordt.

### 4.9.2 Voor- en nadelen

Een overzicht van de voor- en nadelen van MapleTA is gegeven in de laatste kolom van tabel 4.1. Het voornaamste nadeel is dat MapleTA alleen bestaat uit opgaven en daardoor de 3-fasen structuur mist. Wel is de layout goed verzorgd en is het goed te gebruiken bij grote groepen studenten.

Het grootste voordeel is dat het mogelijk is om een opgave aan alle gewenste eisen te laten voldoen, omdat de docent alles zelf kan bepalen. Echter is hier wel een flinke tijdsinvestering van de docent voor nodig, ook omdat er een hele database met opgaven aangemaakt moet worden.

Als deze uitgebreide database er echter eenmaal is, dan wordt het weer gemakkelijk om programma's samen te stellen, waarmee de student zichzelf kan trainen en waarmee toetsen kunnen worden afgenomen.

De docent hoeft geen expert te zijn in het gebruik van Maple of andere programmeertaal voor het aanmaken van de opgaven. Voor het schrijven van de opgave kan gebruik gemaakt worden van een speciale editor die automatisch alles omschrijft naar de juiste taal. De verschillende opties die op de opgave van toepassing moeten zijn kunnen vervolgens ook makkelijk geselecteerd worden.

## **4.10 Conclusie**

In het vervolg van dit verslag zal er verder ingezoomd worden op MUMIE. Hierbij zal ook extra aandacht besteed worden aan de mogelijkheden tot het invoeren van bepaalde voordelen die de andere alternatieven bieden.

Deze functionaliteiten, die wel opgenomen zijn in de overige alternatieven, maar (nog) niet (genoeg) in MUMIE zijn:

- Duidelijke ontwerp: onderscheid tussen voorbereiding, uitleg (college), oefenopgaven en testen
- Duidelijke structuur: volgens het boek met samenvatting stof per hoofdstuk
- Visualisaties: uitleg en feedback met behulp van screen recordings
- Testen van begrip: bijvoorbeeld door interactieve colleges/uitleg
- Testen rekenvaardigheid: door uitgebreidere oefensommen
- Mogelijkheid tot het vragen van hints bij het maken van de opgaven
- Gebruik van video en gaming techniques in de opgaven
- Uitgebreide feedback: volledige uitwerking met video-uitleg en liefst aangeven waar het fout ging
- Samenstellen en bijhouden van een individueel studieplan (voortgang en resultaat monitoren)
- Forum: community-omgeving voor (onderlinge) communicatie tussen leerlingen en docenten
- Bij de extra opgaven: verschillen in niveaus
- Aanbieden van oefententamens (via externe links)
- Aanbieden van toetsen met automatische verwerking van scores
- Achtergrondinformatie bij de stof (via externe links)

	MUMIE	ActiveMath	EmileA-stat	WebALT	CourseCompass (boek: Thomas)	MapleTA
<b>Algemeen</b>						
Gemakkelijk in gebruik	+	+/-	-	+/-	+	+
Student centraal stellen	+	+	+/-	+/-	+/-	+
Duidelijk ontwerp	+/-	+/-	+/-	+	+	+
Duidelijke structuur	+/-	+	+/-	-	+/-	+/-
Presentatie formules	+	+/-	+	+	+	+
html	+	+	+	+	+/-	+
Web 2.0	+	+	+	+	+	+
Schaalbaar	+	+	+	+	+	+
Open source	+	+	+	-	?	-
Aanpasbare inhoud	+	?	?	?	+	+/-
<b>Pre-instructie</b>	+	-	-	-	-	-
Leerdoelen	+	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Enthousiasmeren	+/-	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Praktijk voorbeelden	+	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Risico's	-	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
<b>Instructie</b>	+	+	+	+	+	+/-
Stof:	+	+	+	+	+	-
-Aantrekkelijke context	+/-	-	+/-	-	-	-
-Visualisaties	+/-	+	-	+	+	-
-Interactie	+	+/-	-	+/-	-	-
-Verdiepende informatie	+	-	-	-	+	-
Probleem oplossen centraal	+	+	+/-	+/-	+	+
Analoge opgaven:	+	+	-	+	+	+
-Uitdagend	+/-	-	+/-	+/-	+/-	+
-Begrip testen	+/-	+	+/-	+/-	+	+
-Rekenvaardigheid testen	+/-	+	-	+/-	+	+
-Meerdere stappen	+	+/-	-	-	+	+/-
-Conventionele opgaven	+/-	-	nvt	+/-	+/-	+
-Veranderende parameters	+/-	-	-	+	+	+
-Hints	-	+	-	+	+	+
-Antwoord herkenning	+	+/-	+/-	+	-	+
-Automatische feedback	+	+/-	-	+	+	+
-Uitgebreide feedback	-	-	-	-	+/-	+/-
-Screen recordings	-	-	-	-	+/-	-
-Gaming technieken	+/-	-	-	+	+/-	-
-Oprisoefeningen	+	+/-	-	-	+	+/-
Individueel studieplan	+/-	+	-	+	+	-
Monitoren progressie	+/-	+	-	+	+	+
Forum (community)	-	-	-	+	+	-
<b>Prestatie</b>	+	+	-	+	+	+/-
Herhalingsopgaven:	+	+/-	nvt	+	+	+/-
-Uitdagend	+/-	-	nvt	+/-	+/-	+
-Begrip testen	+	+/-	nvt	+/-	+	+
-Rekenvaardigheid testen	+/-	+/-	nvt	+/-	+	+
-Meerdere stappen	+	+/-	nvt	-	+	+/-
-Conventionele opgaven	+/-	-	nvt	+/-	+/-	+
-Veranderende parameters	+/-	-	nvt	+	+	+
-Hints	-	+	nvt	+	+	+
-Automatische feedback	+	+/-	nvt	+	+	+
-Uitgebreide feedback	-	-	nvt	-	+/-	+/-
-Screen recordings	-	-	nvt	-	+/-	-
-Gaming technieken	+/-	-	nvt	+	+/-	-
-Oprisoefeningen	+	-	nvt	+/-	+	+/-
-Vervolgopgaven afhankelijk	-	-	nvt	-	-	-
-Verschillende niveaus	-	+	nvt	-	-	-
-Registratie voortgang	+	+	nvt	+	+	+
Oefentamens:	+/-	-	nvt	-	+	-
-Automatische feedback	+	nvt	nvt	nvt	-	nvt
-Uitgebreide feedback	-	nvt	nvt	nvt	-	nvt
-Registratie voortgang	+	nvt	nvt	nvt	-	nvt
Toetsen:	+	-	nvt	-	+	+
-Automatisch verwerken uitslag	+	nvt	nvt	nvt	+	+

Tabel 4.1: Alternatieven en eisen

Naast deze functionaliteiten, die wel of beter aangeboden worden door een van de andere bovengenoemde alternatieven, maar niet door MUMIE, zijn er ook nog een aantal gewenste functionaliteiten, waar het in ieder alternatief aan ontbreekt. Vaak zijn deze in MUMIE nog het meest aanwezig, maar mag er ook hier meer aandacht aan besteed worden. Deze functionaliteiten zijn:

- Enthousiasmeren van de student (en docent): door het bieden van een aantrekkelijke context
- De student uitdagen: door niet alles voor te kauwen maar te vragen: interactie
- Ook dienen er risico's ingebouwd te worden, die de student motiveren goed te werken: bijvoorbeeld een verplicht percentage van de opgaven goed alvorens deelgenomen mag worden aan het tentamen
- Uitgebreidere, conventionele opgaven: de voorbeeldopgaven zijn wel volledig uitgewerkt, maar bij de oefenopgaven wordt alleen gevraagd om het eindantwoord. De feedback kan vervolgens niet aangeven waar de student mogelijk de fout in is gegaan, wat meer mogelijk is wanneer ook het antwoord op tussenliggende (reken)stappen gegeven moet worden.
- Bij de extra opgaven: niveau vervolgoopgave afhankelijk van de juistheid van het voorafgaande antwoord: het niveau kan zo steeds een stapje verhoogd worden op het moment dat de student het begrijpt.





## 5 MUMIE: de functionaliteiten

In dit hoofdstuk zal dieper ingegaan worden op de functionaliteiten die MUMIE biedt voor zijn gebruikers, de studenten. Ook zal de visie achter deze functionaliteiten verder worden toegelicht.

In paragraaf 5.2 zal vervolgens een beknopte gebruikershandleiding worden gegeven om een duidelijk overzicht te krijgen van hoe MUMIE werkt en wat de student er mee kan.

### 5.1 Functionaliteiten en visie

Een cursus in MUMIE is opgebouwd uit verschillende colleges. Ieder college bestaat uit drie elementen:

1. Inleidende oefenopgaven waar stof besproken wordt ter voorbereiding van het hoorcollege
2. Samenvatting van de stof besproken tijdens het hoorcollege, inclusief uitgebreide voorbeeldopgaven
3. Voorbeelden (demos), training en opgaven met betrekking tot het bestudeerde collegemateriaal

De student wordt zo geleidelijk door de stof van de gehele cursus heen geleid. Interesse wordt gewekt door het geven van praktische toepassingen van het collegemateriaal. Voorkennis wordt gevormd door de inleidende opgaven zodat de conventionele hoorcolleges goed te volgen en daardoor zinvoller zijn. Na afloop wordt de besproken stof herhaald zodat het beter opgenomen wordt door de student en wordt de verkregen kennis ook praktisch getoetst door middel van voorbeelden, training en testopgaven.

Een MUMIE cursus kan niet los gezien worden van de conventionele hoorcolleges, maar is bedoeld als toevoeging om de student beter voor te bereiden op colleges en stapsgewijs te testen, zodat het slagingspercentage voor het tentamen zal toenemen. Direct contact tussen student en docent wordt dus nog altijd als essentieel gezien.

In de gebruikershandleiding, zie paragraaf 4.2, zal verder worden ingegaan op het functioneren van MUMIE.

### 5.2 Gebruikershandleiding

Er is een aparte gebruikershandleiding voor studenten gemaakt in het Engels. Deze handleiding geeft een beknopte uitleg over de werking van MUMIE zodat studenten van alle nationaliteiten hiermee direct aan de slag kunnen. Het betreffende document "Student Tutorial" is als bijlage toegevoegd aan dit verslag.



## 6 MUMIE: de aanpasbaarheid

In dit hoofdstuk zal er gekeken worden in hoeverre de inhoud van MUMIE aanpasbaar is en wat er allemaal specifiek aangepast of toegevoegd dient te worden aan MUMIE om deze E-learning toepassing zinvol in te zetten bij de cursus Lineaire Algebra aan de TU Delft.

In paragraaf 6.1 zal eerst behandeld worden wat er allemaal aangepast of toegevoegd dient te worden aan de huidige functionaliteiten en inhoud van MUMIE.

In paragraaf 6.2 wordt een samenvatting gegeven van de docenthandleiding. Hierin staat beschreven hoe de verschillende onderdelen aangepast of nieuw aangemaakt kunnen worden.

### 6.1 Aanpassingen en toevoegingen

In paragraaf 4.10 is als conclusie van hoofdstuk 4 al gepresenteerd welke functionaliteiten MUMIE (nog) niet (volledig) bevat maar wel erg interessant zijn binnen een E-learning toepassing. In deze paragraaf zal er specifieker ingegaan worden op de mogelijkheden tot het aanpassen en toevoegen van bepaalde functionaliteiten binnen MUMIE. Hierbij zal in eerste instantie gekeken worden naar de belangrijkste aspecten voor het afstemmen van het huidige MUMIE pakket op de methode voor Lineaire Algebra die gebruikt wordt aan de Technische Universiteit Delft<sup>2</sup>.

Paragraaf 6.1.1 zal een overzicht geven van de aspecten die aangepast moeten kunnen worden, waar paragraaf 6.1.2 zal ingaan op de functionaliteiten die gewenst zijn als toevoeging aan het huidige MUMIE pakket.

#### 6.1.1 Aanpassingen

De eerste belangrijke aanpassingen die gedaan moeten kunnen worden binnen MUMIE om deze toepassing geschikt te maken voor de TU Delft zijn:

- Tekst vertalen van Duits naar Engels
- Tekst aanpassen aan methode van Lay
- Formules en symbolen aanpassen aan methode van Lay
- Opgaven vertalen van Duits naar Engels
- Notatie in opgaven aanpassen aan methode van Lay
- Structuur cursus aanpassen aan methode van Lay

---

<sup>2</sup>Aan de TU Delft wordt bij Lineaire Algebra gebruik gemaakt van het boek: Linear Algebra and Its Applications, by David C. Lay, Third Edition

### **6.1.2 Toevoegingen**

De belangrijkste toevoegingen die MUMIE zou moeten krijgen om de toepassing geschikt te maken voor de TU Delft zijn:

- Extra tekst, inclusief symbolen en formules
- Nieuwe voorbeelden
- Nieuwe opgaven
- Nieuwe tests
- Nieuwe hoofdstukken/paragrafen in structuur

### **6.2 Docenthandleiding**

Om duidelijk te maken aan toekomstige docenten hoe bovenstaande aspecten aangepast of toegevoegd kunnen worden is er een docenthandleiding. Een opzet van deze handleiding is in het Engels beschikbaar zodat docenten van alle nationaliteiten hiermee direct aan de slag kunnen. Deze opzet is gemaakt aan de hand van paragraaf 6.1. Het document "Instructor Tutorial" is als bijlage toegevoegd aan dit verslag.

## 7 Vervolgstappen en tijdsplanning

Eerder in dit verslag zijn de functionaliteiten besproken van verschillende E-learning toepassingen en is besloten verder in te zoomen op de mogelijkheden rondom MUMIE. In hoofdstuk 5 is een beschrijving gegeven van de werking van MUMIE vanuit het oogpunt van de student. In het vorige hoofdstuk is aangegeven wat er aangepast moet worden en welke elementen toegevoegd moeten worden aan MUMIE om de toepassing geschikt te maken voor de methode gebruikt aan de Technische Universiteit Delft.

Voordat MUMIE daadwerkelijk toegepast kan worden binnen de cursus Lineaire Algebra zal echter inzichtelijk gemaakt moeten worden hoe aanpassingen en toevoegingen kunnen worden ingevoerd. Vervolgens zullen deze aanpassingen en toevoegingen stapsgewijs moeten worden doorgevoerd en getest. In dit hoofdstuk zullen alle vervolgstappen worden gegeven die nodig zijn tot het moment dat MUMIE daadwerkelijk succesvol kan worden ingevoerd in de cursus Lineaire Algebra. Hierbij is ook een globale tijdsplanning aangegeven.

### 1. **Opstellen uitgebreide docenthandleiding** *april 2009*

De opzet van de "Instructor Tutorial", zie paragraaf 5.2, dient uitgewerkt te worden naar aanleiding van de uitleg over MUMIE aan de Universiteit van Berlijn.

### 2. **Aanpassen vervolgstappen en tijdsplanning** *april 2009*

Indien noodzakelijk, naar aanleiding van het bezoek aan de Universiteit van Berlijn, dienen de vervolgstappen en tijdsplanning hier beschreven te worden aangepast.

### 3. **Aanpassen bestaande MUMIE cursus** *mei 2009*

Een bestaande MUMIE cursus voor Lineaire Algebra moet aangepast worden aan de methode die gebruikt wordt aan de Technische Universiteit Delft. Dit omvat de volgende aanpassingen:

- Vertalen cursus van Duits naar Engels:
  - Tekst (eventueel ook tekst toevoegen)
  - Voorbeelden en training
  - Opgaven
- Methode Lay
  - Termen en symbolen
  - Voorbeelden
  - Opgaven

### 4. **Eventueel aanpassen "Student Tutorial" en "Instructor Tutorial"** *mei 2009*

Indien nodig, naar aanleiding van de ervaringen opgedaan tijdens het aanpassen van de bestaande cursus, moeten beide tutorials aangepast worden.

**5. Test de aangepaste MUMIE cursus juni 2009**

Een eerste test onder studenten om hun ervaringen met het gebruik van MUMIE te meten en te bepalen welke aspecten verbeterd of toegevoegd moeten worden.

**6. Aanpassingen en toevoegingen aan bestaande cursus juli en augustus 2009**

Naar aanleiding van de test zullen eventueel aanpassingen of toevoegingen gedaan moeten worden aan de bestaande cursus.

Verder dienen de volgende toevoegingen in deze fase ook plaats te vinden:

- Eigen voorbeelden en trainingen
- Eigen opgaven
- Eigen tests
- Video-uitleg bij colleges en voorbeelden

**7. Eventueel aanpassen “Student Tutorial” en “Instructor Tutorial” juli en augustus 2009**

Indien nodig, naar aanleiding van de uitgevoerde aanpassingen en toevoegingen binnen de bestaande cursus, moeten beide tutorials aangepast worden.

**8. Test de uitgebreide MUMIE cursus september 2009**

Een tweede test onder studenten om hun ervaringen met het gebruik van MUMIE te meten en te bepalen welke aspecten verbeterd moeten worden.

**9. Opzetten nieuwe MUMIE cursus oktober en november 2009**

Naar aanleiding van de test de cursus aanpassen tot een nieuwe MUMIE cursus die gebruikt kan gaan worden bij de eerstvolgende cursus Lineaire Algebra aan de TU Delft.

Hierbij moet ook de structuur van de MUMIE cursus overeenkomen met de cursus Lineaire Algebra zoals deze wordt gegeven aan de TU Delft. Het zou dus noodzakelijk kunnen zijn dat de cursus helemaal nieuw wordt opgebouwd met behulp van de eerder aangepaste onderdelen.

**10. Definitieve versies van “Student Tutorial” en “Instructor Tutorial” opstellen december 2009**

Indien nodig, naar aanleiding van de ervaringen opgedaan tijdens het opzetten van de nieuwe MUMIE cursus, moeten beide tutorials aangepast worden tot definitieve versies die gebruikt kunnen worden bij de eerstvolgende cursus Lineaire Algebra.

**11. MUMIE invoeren bij cursus Lineaire Algebra vanaf januari 2010**

Invoeren van MUMIE binnen de cursus Lineaire Algebra. Aan het eind van dit eerste jaar evalueren en eventueel aanpassingen doen aan de MUMIE cursus voor het nieuwe jaar.

**12. Indien succesvol: MUMIE ook invoeren bij andere wiskundecursussen vanaf juli 2010**

In eerste instantie door aanpassen van bestaande MUMIE cursussen van andere universiteiten. Later door zelf een nieuwe MUMIE cursus opzetten door gebruik te maken van reeds bestaande onderdelen.

## Referenties

- [1] [www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)
- [2] Wijngaarden literatuuronderzoek
- [3] Wijngaarden afstudeeronderzoek
- [4] [www.e-learning.nl](http://www.e-learning.nl)
- [5] Gebruik laptops
- [6] STREP
- [7] MUMIE flyer
- [8] MUMIE presentatie
- [9] [www.mumie.net](http://www.mumie.net)
- [10] [www.activemath.org](http://www.activemath.org)
- [11] [www.emilea.de](http://www.emilea.de)
- [12] [www.webalt.com](http://www.webalt.com)
- [13] [www.coursecompass.com](http://www.coursecompass.com)
- [14] [www.wortel.tue.nl](http://www.wortel.tue.nl)
- [15] [www.nicovanwijngaarden.nl](http://www.nicovanwijngaarden.nl)
- [16] [www.webassign.net](http://www.webassign.net)
- [17] [www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com)

- [18] Drs. J.A. Verheij, Analysis  
*Elektrotechniek, Wiskunde & Informatica, Technische Universiteit Delft*