Eindrapport leermiddelen instellingspakket Analyse

Jos van Kan

18 april 2000

1 Inleiding

Op 1 december 1999 is door de directeur interfacultair onderwijs Dr. H.J. Smid een commissie in het leven geroepen met als opdracht:

> „... [te onderzoeken] of er materiaal te vinden is, dat geschikt is om als basis te dienen voor een instellingspakket Analyse en/of Lineaire Algebra. Het gaat om bestaand (Engelstalig) onderwijsmateriaal, zoals boeken, CD-Roms, software pakketten en websites."

De commissie bestond uit de leden: Ir. J.J.I.M. van Kan, Dr. H.A.W.M Kneppers, Dr. R. Koekoek en Drs. J.A. Verheij.
In de opdracht werd expliciet vermeld, dat het de bedoeling was de oorspronkelijke uitgangspunten van ALAPAK te realiseren, met name voor wat betreft de aansluiting met het VWO-onderwijs en het integreren van ICT-elementen.
De gegeven opsomming wijst sterk in de richting van commercieel materiaal in plaats van in eigen beheer ontwikkeld materiaal. Kiezen voor commercieel materiaal kan men rustig kenschetsen als een fundamentele breuk met het verleden en het is goed even stil te staan bij de voor- en nadelen van een dergelijke keuze.
De belangrijkste nadelen:

- Kapitaalvernietiging. Er is een aantal dictaten ontwikkeld die van goede kwaliteit zijn en waarmee jarenlang ervaring is opgedaan. Ook de ontwikkelkosten van de ALAPAK modulen worden hierdoor in één klap afgeschreven.
- Minder mogelijkheid tot differentiatie.
- De keuze is bijna uitsluitend beperkt tot Engelstalig materiaal.
- Financiële last voor de student.

Wat betreft het eerste punt moet worden vastgesteld, dat het een aanzienlijke inspanning zou vergen om het bestaande materiaal om te werken tot een instellingspakket, dat zou voldoen aan de uitgangspunten van ALAPAK. Ook de ALAPAK modulen zelf blijken, ondanks alle goede bedoelingen en alle inspanningen van de betrokkenen, toch niet te voldoen aan de gestelde doelen, met name wat betreft aansluiting op het VWO en de integratie van ICT [5]. Het materiaal kan ook niet bogen op een breed draagvlak onder de docenten.
Wat betreft het tweede punt kan men stellen, dat dit ons vrijwel opgedrongen wordt door het streven van het College van Bestuur naar instellingspakketten. De prijs is minder een bezwaar, dan op het eerste gezicht lijkt: bijna alle boeken die de revue hebben gepasseerd kosten rond de f 100,=, wat in dezelfde grootteorde ligt als de prijs voor VWO boeken. Let wel, in de Verenigde Staten kosten ze rond de $ 100,=! Er zit kennelijk een grote marge in de uitgeverij.
De voordelen van het kiezen voor commercieel materiaal:

- Continuïteit. Grote uitgevers staan er praktisch borg voor, dat hun methoden permanent beschikbaar blijven, mogelijk in een iets ander jasje.
- Beschikbaarheid van flankerend materiaal. Alle uitgaven hebben nog een groot aantal extra's: antwoordenboeken, docentboeken, CD-ROMs, websites. Voor het genereren van voorbeelden en het aantrekkelijker maken van colleges kunnen deze van waarde zijn.
- Grafische kwaliteit. Zonder uitzondering kan men stellen, dat het grafisch materiaal van commerciële uitgaven zich op een totaal ander plan beweegt dan van in eigen beheer uitgegeven dictaten. Met name voor Analyse van twee en meer variabelen is dat van groot belang. Deze plaatjes kunnen, mits goed getekend, zeer verhelderen.

2 Werkwijze van de commissie

De commissie vergaderde wekelijks en had tamelijk intensief contact met de DIO gedurende het gehele besluitvormingstraject. Zij heeft zich vrijwel uitsluitend geconcentreerd op het Analyse deel van de opdracht.

2.1 Het vergaren van titels

Zoeken bij amazon.com op titels met sleutelwoord „calculus" genereert een stuk of 1500 treffers. De commissie heeft niet al deze 1500 titels bekeken, maar is als volgt te werk gegaan:

- inventarisatie materiaal bij TU Eindhoven en U Twente
- inventarisatie bestaande voorkeuren eigen docenten
- contact met enkele grote uitgevers om hun aanbod te bekijken

Uit de inventarisatie bij de TU's bleek, dat TU Eindhoven naast eigen dictaten ook Adams [1] gebruikt. U Twente gebruikt eigen modulen en levert voor de verschillende faculteiten „Onderwijs op maat". Dat is dus weer eens wat anders dan een instellingspakket. Zij boden ons aan hieruit te putten en eventueel zelf ook een bijdrage te leveren. Afgezien van het instellingspolitieke aspect is het inhoudelijke argument om daar uiteindelijk niet op in te gaan: kwalitatief is het prima, maar het is allemaal erg klassiek, dus geen ICT en weinig praktische toepassingen.
Uit de inventarisatie van bestaande voorkeuren van onze eigen docenten kwam voort Thomas & Finney [13], dat gebruikt wordt bij CT, en Stewart „Concepts & Contexts" [10], dat wordt gebruikt aan de universiteiten van Rotterdam en Leiden. Ook werd er een lans gebroken voor de bestaande ALAPAK modulen.

2.2 Contacten met uitgevers

Wij namen contact op met de vertegenwoordiging van Pearson Education in Nederland. Hierin zijn Addison Wesley, Prentice Hall en Longman verenigd. Twee van hun medewerkers verzorgden een presentatie, waarin zijn hun aanbod op analysegebied aan ons toonden: [1], [3], [6], [13] en [14]. Deze presentatie werd bijgewoond door de DIO, de commissie en een aantal docenten.
Per e-mail benaderden wij John Wiley en na ongeveer een maand kregen wij ook contact met hun vertegenwoordiger, die ons Anton [2] en Hughes-Hallet [7] ter beschikking stelde. Het laatste boek leek zeer aantrekkelijk in verband met het beschikbaar zijn van een CD-ROM (Calculus Live!), met geïntegreerde ICT en zelfs een uitgeklede versie van Mathematica.
In een vrij laat stadium kregen wij ook nog contact met de vertegenwoordiger van Thomson Learning, de uitgever van Stewart 4th ed [11], [12] en Stewart „Concepts and Contexts" [10].
Direct van de uitgever kregen wij nog [4], [9] en [15] toegestuurd,

2.3 Eerste selectie.

Op basis van deze contacten hadden wij de beschikking over een uitgebreide lijst van titels die wij wilden inkorten tot een shortlist van 4 items, teneinde deze gedetailleerd te kunnen bekijken. Allereerst besloot de commissie om zich uitsluitend te richten op het commerciële materiaal en af te zien van het ontwikkelen van materiaal in eigen beheer. Van doorslaggevend belang hierbij was het gegeven, dat het goed integreren van ICT in de cursus problematisch leek, terwijl dat in het commerciële materiaal al goeddeels was gebeurd. Hiermee vielen onze eigen dictaten en die van Twente af. Vervolgens werd gekeken naar het wiskundig niveau. Op basis hiervan vielen af: [3], [9], [14] en helaas ook [7]. Ten slotte keek de commissie nog naar de overdekking van te behandelen onderwerpen, waardoor [4] en [15] (alleen multivariable) en ook [2] (geen complexe getallen, geen differentiaalvergelijkingen) sneuvelden.

3 De selectie

3.1 De shortlist

De shortlist bestond nu dus uit

1. Adams [1]
2. Edwards & Penney [6]
3. Stewart, „Concepts and Contexts" [10]
4. Thomas & Finney [13]

Na een bijeenkomst met opleidingsdirecteuren bleek, dat er twee andere versies van Stewart bestonden [11] en [12] die aan een aantal bezwaren tegemoet kwamen die Stewart, „Concept and Contexts" [10] aankleefden, te weten het ontbreken van tweede orde DV en iets te weinig aandacht voor wiskundige volledigheid. Deze versies, werden aldus aan de shortlist toegevoegd. Wij zullen op het verschil tussen beide versies nog terugkomen in paragraaf 4.

3.2 Gehanteerde criteria

De shortlist is door de gehele commissie beoordeeld op de volgende punten:

1. Didactische kenmerken
   - Onderscheid tussen hoofd- en bijzaken
   - Overzicht of samenvatting van de stof per hoofdstuk
   - Kwaliteit van de voorbeelden
2. Wiskundige kenmerken
   - Wiskundige correctheid
   - Onderscheid tussen definities en stellingen
   - Correctheid notaties
3. Niveau
   - Instapniveau en stijl van presentatie (aansluiting bij VWO)
   - Mogelijkheid meerdere trajecten
   - Mogelijkheid differentiatie van niveau of diepgang
4. ICT aspecten
   - Gebruik en integratie ICT
   - CD-ROM
   - Website

5. Opgaven
    - Variatie en opbouw van de opgaven
    - Aandacht voor de technische toepassingen
    - Projecten als instapprobleem
    - Projecten geschikt voor uitwerking
6. Specifieke onderwerpen
    - Complexe getallen
    - Differentiaalvergelijkingen
    - Stelling van Taylor
    - Machtreeksen
    - Variabelentransformaties (2D en 3D)
    - Oneigenlijke integralen
    - Impliciete-functiestelling (2D en 3D)
    - Integraalstellingen (Gauss, Stokes, Green)
    - Numerieke methoden
    - Matrixrekening/lineaire algebra

Deze punten hebben lang niet allemaal hetzelfde gewicht, maar uit het geheel zal een beeld tevoorschijn moeten komen hoe geschikt het boek is als *leerboek*, dat wil zeggen een boek, dat uitnodigt om open te slaan en mee te werken.
Met betrekking tot het laatste punt van de onderwerpen moet worden opgemerkt, dat het voor differentiëren (in het bijzonder de kettingregel) in twee of meer dimensies prettig is als op een of andere wijze de matrixrekening in enigerlei vorm bekend is. In theorie gebeurt dit in de Lineaire Algebra, maar niet alle studierichtingen (TN, ST en MK met name) hebben dit zo geprogrammeerd, dat dit vanzelf goed komt.

3.3 Korte karakterisering

3.3.1 Adams [1]

Klassiek werk, hoog niveau, saai maar wel overzichtelijk. De complexe getallen staan uitgebreid in de appendix, plus een stukje complexe functies, goede opgaven. Differentiaalvergelijkingen staan in een apart hoofdstuk, zeer uitgebreid, inclusief tweede orde. Integratie wordt zeer uitvoerig en overzichtelijk behandeld. De impliciete-functiestelling wordt uitvoerig behandeld. Volledige inductie wordt bevredigend behandeld. Binomiaalcoëfficiënten worden goed behandeld. Goede collectie nogal saaie vraagstukken, géén projecten en nauwelijks aandacht voor technische toepassingen.
Dit boek heeft slechts weinig ICT toepassingen, daar zou eventueel een apart boek [8] voor kunnen worden gebruikt.

Opmerking
Vanwege het vrij hoge abstractieniveau en de algemene stijl van dit boek is de aansluiting bij het VWO onderwijs problematisch.

3.3.2 Edwards & Penney [6]

Fraai en redelijk overzichtelijk. Geen complexe getallen. Differentiaalvergelijkingen alleen als toepassing van een integraal. Integratie wordt rommelig en onoverzichtelijk behandeld. De impliciete-functiestelling wordt slechts éénmaal genoemd. Geen volledige inductie noch binomiaalcoëfficiënten. (Binomiaal*reeks* wordt wel behandeld.) Goede collectie vraagstukken met aandacht voor technische toepassingen.
Er is wel aandacht besteed aan de integratie van ICT in de opgaven en projecten.
Opmerking
Vanwege het ontbreken van een aantal onderwerpen is dit boek minder geschikt.

3.3.3 Stewart, Concepts and Contexts [10]

Zeer fraai en overzichtelijk. Complexe getallen in appendix, goede vraagstukken. Differentiaalvergelijkingen in apart hoofdstukje over modelleren, maar alleen eerste orde en separabel. Integratie wordt kernachtig en zeer overzichtelijk behandeld. Impliciete-functiestelling wordt nadrukkelijk genoemd, maar niet geformuleerd. Geen volledige inductie, wel binomiaalcoëfficiënten. Goede vraagstukken met (veel) aandacht voor technische toepassingen, veel projecten met name geschikt voor uitwerking.
Er is zeer veel aandacht besteed aan de integratie van ICT in de opgaven en projecten.
Het boek combineert een aantrekkelijk uiterlijk met goede wiskundige inhoud.
Opmerking
Dit aantrekkelijke boek zou een goede kandidaat zijn, maar de summiere behandeling van de DV is toch een bezwaar. Met name TN, LR en MT pleitten voor opname van tweede orde DV.

3.3.4 Stewart, Calculus 4th ed [11], [12]

Uitgebreide versie van Stewart, „Concepts and Contexts". Hier vindt men bovendien nog: veel uitgebreidere behandeling van integratietechnieken (helaas valt de overzichtelijkheid hieraan enigszins ten offer), tweede orde differentiaalvergelijkingen in apart hoofdstuk en volledige inductie.

3.3.5 Thomas & Finney [13]

Mooi en redelijk overzichtelijk. Complexe getallen in appendix, weinig vraagstukken. Differentiaalvergelijkingen niet in apart hoofstuk, maar verspreid

door de tekst. Alleen eerste orde. Integratie rommelig en onoverzichtelijk. Impliciete-functiestelling wordt niet genoemd. Volledige inductie wordt uitvoerig behandeld, binomiaalcoëfficiënten redelijk. Zeer goede collectie vraagstukken (met name over numerieke onderwerpen), met veel aandacht voor de technische toepassingen. Geen projecten.
Er zijn vrij veel opgaven met ICT toepassingen.
Opmerking
De beslissing om het onderwerp differentiaalvergelijkingen niet in een apart hoofdstuk te behandelen, maar door de tekst heen is vast gebaseerd op een didactische visie, want dit is in deze 9e editie voor het eerst gebeurd. De commissie deelt deze visie echter niet. Het maakt terugzoeken van het onderwerp lastig en voegt eigenlijk niets toe. Het ontbreken van tweede orde differentiaalvergelijkingen is ook een bezwaar tegen dit boek.
Dat is jammer, want de vraagstukken en toepassingen in dit boek zijn verder prima.

4 Aanbevelingen

Op basis van bovenstaande overwegingen beveelt de commissie unaniem aan om Stewart, Calculus 4th edition te gebruiken bij het instellingspakket Analyse. Met nadruk wijst de commissie erop, dat het hier gaat om de versie met „Early Transcendentals" [12]. Hier worden de e-macht en logaritme in een van de eerste hoofdstukken behandeld. Zoals één onzer docenten opgemerkt heeft, is de e-macht al op het VWO behandeld en is het niet nodig in de hoofdstukken die voor ons van belang zijn, deze stof kunstmatig te omzeilen.
De commissie wil hierbij wel de opmerking maken, dat de meerwaarde van een boek als dit alleen tot zijn recht komt, indien werkvormen en op den duur wellicht ook toetsvormen gebruikt gaan worden die daarmee in overeenstemming zijn. Als we met Stewart in de hand „het bord weer volschrijven met ϵ's en δ's" hebben we weinig bereikt.
De commissie beveelt aan het aanbod van Analysemateriaal nauwlettend te blijven volgen en ook op termijn een dergelijk vergelijkend onderzoek voor Lineaire Algebra uit te voeren.

Referenties

[1] Robert A. Adams. *Calculus*. Addison Wesley, Reading, Mass., 4th edition, 1999. ISBN 0-201-39607-6.

[2] Howard Anton. *Calculus, a New Horizon*. John Wiley, Chicester, West Sussex, UK, 6th edition, 1998. ISBN 0-471-115306-0.

[3] Gerald Bradley and Karl J. Smith. *Calculus*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2nd edition, 1999. ISBN 0-13-660135-9.

[4] Susan Jane Colley. *Vector Calculus*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998. ISBN 0-13-149204-7.

[5] Joanna Daudt. Rapportage evaluatie alapak 2000. Intern rapport ITS, oktober 1999.

[6] C. Henry Edwards and David L. Penney. *Calculus with Analytic Geometry*. Prentice Hall, London, 5th edition, 1998. ISBN 0-13-736331-1.

[7] Deborah Hughes-Hallet et al. *Calculus, Single Variable*. John Wiley, New York, 2nd edition, 1998. ISBN 0-471-16442-9.

[8] Robert Israel. *Calculus, the Maple Way*. Addison Wesley, Reading, Mass., 1996. ISBN 0-201-82829-4.

[9] Glyn James. *Modern Engineering Mathematics*. Addison Wesley, Reading, Mass., 2nd edition, 1996. ISBN 0-201-87761-9.

[10] James Stewart. *Calculus, Concepts and Contexts*. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1998. ISBN 0-534-34330-9.

[11] James Stewart. *Calculus*. Brooks/Cole Publishing, Pacific Grove, California, 4th edition, 1999. ISBN 0-534-35949-3.

[12] James Stewart. *Calculus, Early Transcendentals,*. Brooks/Cole Publishing, Pacific Grove, California, 4th edition, 1999. ISBN 0-534-36298-2.

[13] George B. Thomas Jr and Ross L. Finney. *Calculus*. Addison Wesley, Reading, Mass., 9th edition, 1996. ISBN 0-201-40015-4.

[14] Dale Varberg, Edwin J. Purcell and Steven E. Rigdon. *Calculus*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 8th edition, 2000. ISBN 0-13-081137-8.

[15] Richard E. Williamson and Hale F. Trotter. *Multivariable Mathematics*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 3rd edition, 1996. ISBN 0-13-181645-4.