

# Toetsend **leren** voor **flexibel** remediatie-onderwijs

□ Dirk Tempelaar, Bart Rienties en Maarten van Wesel

**Recente functionaliteituitbreiding in course managementsystemen staat het adaptief aanbieden van leermaterialen toe. Dit betekent een belangrijke doorbraak in toetsgestuurd leren. Voor remediatie-onderwijs zijn diagnostische en voortgangstoetsing heel belangrijke. Deze nieuwe mogelijkheden vergroten de gewenste flexibiliteit van het remediatie-onderwijs.**

## **Inleiding**

Een onderwijsvorm die de afgelopen jaren een hoge vlucht heeft genomen zonder dat daar al te veel bekendheid aan is gegeven, is die van remediatie-onderwijs aan studenten in de overgang tussen voortgezet onderwijs (VO) en hoger onderwijs (HO). Bijspijkeronderwijs zoals het veelal wordt genoemd, wordt door veel instellingen van HO aangeboden. Het vindt plaats 'in de poort' gedurende de eerste weken van de studie of 'voor de poort' in de vorm van zomercursussen voorafgaand aan de eigenlijke studie. In dit bijspijkeronderwijs worden uiteenlopende vormen van toetsing gebruikt:

- diagnostische toetsing om studentspecifieke profielen van lacunes in voorkennis vast te stellen en
- voortgangstoetsing om gedurende de remediatie nauwkeurig te volgen of het onderwijs aansluit bij de individuele leerbehoefte.

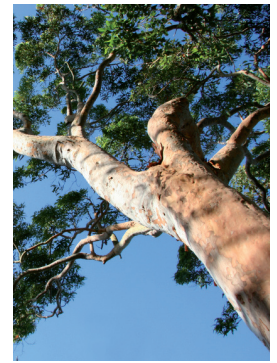
## **De zomercursus**

Diagnostische toetsing van aspirantstudenten en het aanbieden van bijspijkercursussen kent een lange traditie in de faculteit Economie en Bedrijfskunde van de Universiteit Maastricht (UM).

De faculteit kent enkel Engelstalige opleidingen. De grote meerderheid van de instromende studenten (momenteel 80 procent) in zowel het bachelor- als het masterprogramma wordt gevormd door internationale studenten. Deze studenten hebben de meest uiteenlopende vooropleidingen gevolgd met grote heterogeniteit in voorkennis als gevolg. Die diversiteit heeft, naast vele aantrekkelijke consequenties, nadelige gevolgen wat betreft succeskans in het eerste studiejaar voor studenten met een relatief zwakke vooropleiding. Dat uit zich in het bijzonder bij de methodevakken wiskunde en statistiek – de klassieke struikelvakken voor opleidingen Economie en Bedrijfskunde – en bij het vak Economie dat in Nederland in het VO wordt onderwezen, maar buiten Nederland bijna nergens in Europa.

Bij het vak wiskunde bestaat dikwijls een discrepantie tussen het gewenste instroomniveau in het hoger onderwijs en het daadwerkelijk eindniveau bij het verlaten van het voortgezet onderwijs. Studenten krijgen dan bijspijkeronderwijs in wiskunde. Dit wordt momenteel grootschalig ondersteund in landelijke stimuleringsprojecten in het kader van het 'Nationaal Actieplan E-learning'.

## *Bijspijkeronderwijs wordt door veel instellingen van hoger onderwijs aangeboden*



Om studenten met een deficiënte voorkennis op het gewenste instroomniveau te brengen, is in 2004 gestart met het aanbieden van facultatieve voorkennistoetsen en daarop aansluitende zomercursussen zowel in wiskunde als economie. Aangezien de omvang van deze bijspijkerprogramma's groot is, is gekozen voor bijspijkeren voor de poort en niet in poort.

Dat laatste zou een te sterk verdringingseffect voor het reguliere programma impliceren. De cursussen worden in de zomer gegeven aan een doelgroep die hoofdzakelijk uit internationale studenten bestaat. Daardoor lag de vorm van de bijspijkercursussen vast als die van afstandsonderwijs, want de studenten zijn immers nog niet in Nederland. Voor het vakgebied wiskunde werd gekozen voor een geïndividualiseerd cursusaanbod: de studenten moeten zelf kunnen bepalen in welke weken van de zomer ze de cursus willen volgen en de inhoud van de cursus moet worden afgestemd op de specifieke deficiënties van de student.

De elektronische toets- en leeromgeving ALEKS voldoet aan al deze stringente randvoorwaarden. In 2007 volgden voor het vierde achtereenvolgende jaar 200 studenten de module 'College Algebra' via dit systeem.

### **Kennisgebieden**

De beschrijving van kennisgebieden gebeurt volgens de kennisruimtetheorie met behulp van hiërarchische kennisbomen. Ieder kennisgebied wordt allereerst onderverdeeld in domeinen. Binnen domeinen kunnen soms weer subdomeinen worden onderscheiden en daarbinnen dan weer de afzonderlijke leereenheden of lessen (probleem typen).

Het opsplitsen van leergebieden in eenheden die qua omvang een afzonderlijke les representeren, is natuurlijk weinig bijzonder; iedere (elektronische) leermethode doet dat. De volgende stap die de benadering voorschrijft is het aanwijzen van de onderlinge afhankelijkheden tussen de leereenheden: wat moet

### **ALEKS: ASSESSMENT AND LEARNING IN KNOWLEDGE SPACES**

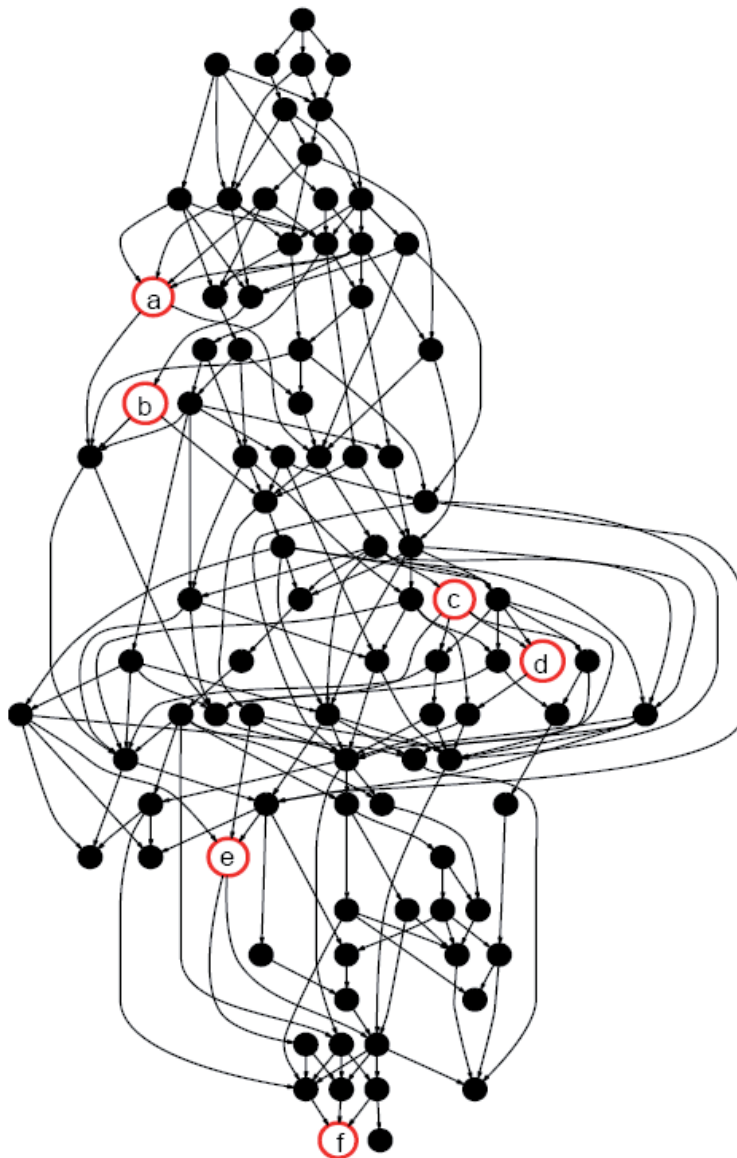
ALEKS (zie ook: <http://www.aleks.com/highered/math/>) is een toets- en leeromgeving gebaseerd op de kennisruimtetheorie. Dit is een tak van kunstmatige intelligentie die zich bezighoudt met de vraag hoe de kennis binnen een wetenschapsgebied, de 'kennisruimte', kan worden gerepresenteerd en hoe vervolgens de kennis van een individuele student ('kennistoestand') kan worden beschreven en door toetsing kan worden bepaald. Aan deze kennisruimtetheorie is vooral gewerkt door onderzoekers van de Universiteit van Californië, in het bijzonder door twee van oorsprong Belgische onderzoekers Falmange en Doignon (Doignon & Falmange, 1999; Falmange e.a., 2004). ALEKS is uit dat onderzoek voortgekomen en is een webgebaseerde elektronische toets- en leeromgeving waarin adaptieve toetsing een cruciale rol speelt (in jargon: Adaptive Tutoring System (ATS)). Door die toetsing bepaalt het systeem het kennisniveau van de student en geeft het de student de mogelijke keuzes uit een beperkt aantal vervolgonderwerpen die op het geconstateerde kennisniveau aansluiten.

je eerst weten en beheersen voordat je een volgende stap kan zetten. Die zogenaamde precedentierelaties worden weergegeven in een hiërarchische boomstructuur waarin punten individuele leereenheden voorstellen.

Het gedeelte van de boom dat boven een bepaald punt ligt, stelt de noodzakelijke voorkennis voor om de kennis die met dat punt wordt weergegeven, te kunnen leren. Figuur 1 geeft een voorbeeld van zo'n kennisstructuur voor het deeldomein elementaire algebra. De figuur is gebaseerd op Falmange e.a. (2004). Hiërarchische boomstructuren leggen nu ook de toegestane leerpaden vast. Veel leermethoden (zeker niet-elektronische) zijn lineair en gaan uit van een vaste volgorde waarin leereenheden worden behandeld (de volgorde van pagina's in het leerboek). ALEKS staat meer variatie in individuele leerpaden toe en



## In remediatie-onderwijs spelen diagnostische en voortgangstoetsen een belangrijke rol



Figuur 1  
Precedentiediagram voor  
subdomein elementaire algebra

gebruikt de boomstructuren om vast te stellen welke volgordes wel en welke niet strijdig zijn met de structuur van het kennisgebied.

### De kennistoestand

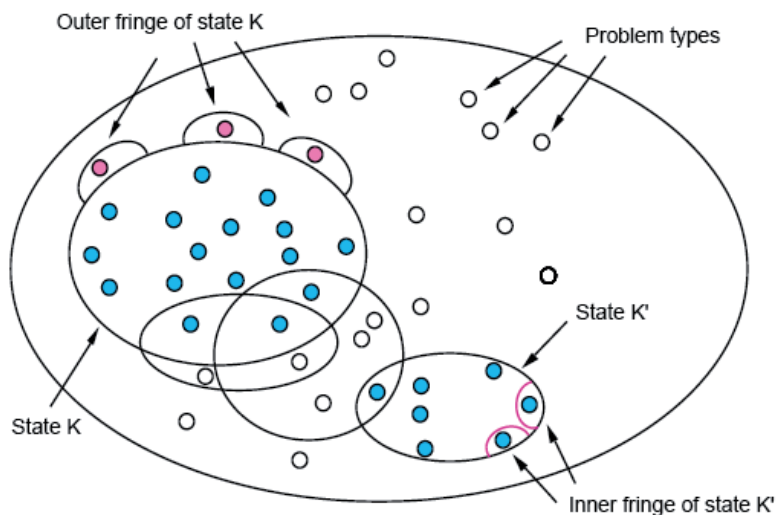
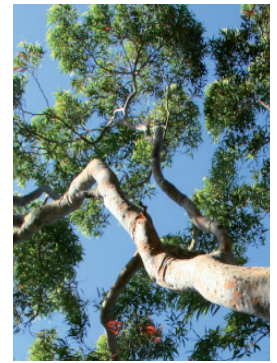
De kennis die een individuele student heeft van een kennisgebied wordt aangeduid met de kennistoestand. In principe is dat een combinatie van door de studenten gekende leereenheden, dus een verzameling punten in de boomstructuur. Dat kan in theorie niet elke combinatie zijn, want de hiërarchische ordening sluit veel combinaties uit.

Het systeem bepaalt de kennistoestand door adaptieve toetsen af te nemen. Op basis van de beantwoording van voorafgaande vragen kiest het systeem telkens de meest informatieve vraag met behulp van een kansmodel en de boomstructuur. Bij de meeste modules die ongeveer 200 leereenheden omvatten, zijn de 'assessments' (de toetsen die gebruikt worden om de kennistoestand van een student te bepalen) meestal 20 tot 30 vragen lang.

De kennistoestand die ALEKS uit een assessment afleidt, wordt weergegeven door een kansmodel. Daarbij onderscheidt het systeem leereenheden (ook wel genoemd: probleem typen) die door de student al eerder zijn geoefend in de *learning mode* en leereenheden die nog niet zijn geoefend. De eerste vormen het binnengebied van de kennistoestand, terwijl de nog niet geoefende lessen het buitengebied vormen. De buitenste schil van het binnengebied, het 'binnenrandgebied', bestaat uit de leereenheden die de student het meest recent heeft bestudeerd. Als gevolg van de hiërarchische structuur die de kennisboom kenmerkt, zijn dit ook de meest moeilijke leereenheden die de student wel heeft geoefend, maar waarvoor op basis van voortgangstoetsing de beheersingskans kleiner dan 1 wordt geschat. Zo bestaat het 'buitenrandgebied' uit alle leereenheden die de student als volgende stap zou kunnen uitkiezen om te bestuderen.

Die binnenste schil van het buitengebied bestaat dus uit de verzameling van minst geavanceerde leereenheden die de student nog niet heeft geoefend. Figuur 2 geeft een grafische interpretatie van deze begrippen. Een efficiënte manier om een kennistoestand te beschrijven is door de opsomming van het binnenrandgebied en buitenrandgebied. Het systeem gebruikt deze representatiewijze omdat die goed aansluit bij de aansturing van het leren van de

## Recente functionaliteituitbreiding in course managementsystemen vormen een belangrijke doorbraak in toetsgestuurd leren



Figuur 2  
'Outer fringe' van kennistoestand K en  
'inner fringe' van K'

student. Op ieder moment kan de student kiezen uit ofwel een leereenheid uit de buitenrandgebied – dat is een nieuw onderwerp – ofwel een leereenheid uit de binnenrandgebied – dat is het herhalen van een al eerder geoefende, maar nog niet geheel beheerste, leereenheid.

### Toetsvragen

Toetsvragen in ALEKS kennen twee verschillende vormen: de assessments en de vragen in leereenheden. Zoals hierboven beschreven bestaan assessments uit adaptieve toetsen met de reikwijdte van een hele module. Er zijn in feite twee typen van dergelijke assessments:

- de voorkennistoets die het ingangsniveau van de student meet bij het begin van de module;
- de voortgangstoetsen die met zekere regelmaat nagaan hoe succesvol het leerproces verloopt en of de vorderingen in de *assessment mode* gelijke tred houden met die in de *learning mode*. Als een student wel een groot aantal lessen met succes afrondt, maar niet in staat is een goede score op de voortgangsscore te behalen, herzielt het systeem de kennistoestand van die student.

Het lesstofaanbod is vraaggestuurd. Iedere les begint met een probleem in de vorm van een toetsvraag. Is de student in staat die vraag herhaald correct te beantwoorden (gelukstreffers worden voorkomen door ten minste drie vraagvarianties aan de student

voor te leggen) dan mag de student doorgaan naar een volgende leereenheid zonder dat de student de uitlegmodule raadpleegt. Kan de student de vraag niet beantwoorden, dan wordt eerst uitleg gegeven alvorens de student opnieuw kan aantonen de kennis te beheersen door een sequentie van vragen goed te beantwoorden. Het toetsend leren in de zomercursussen wordt door de studenten zeer geapprecieerd, zo blijkt uit de evaluaties. Het toetsend leren staat tevens toe dat de zomercursussen met relatief weinig docentinzet gegeven kunnen worden. De sturing van het leerproces is primair een handeling van het systeem die slechts af en toe tot interventie door de docent noopt.

### Course managementsystemen

ALEKS is een gesloten systeem met een vaste inhoud. Dat heeft belangrijke nadelen wat betreft aanpassingsmogelijkheden. Als de inhoudelijke dekking niet overeenkomt met wat voor de opleiding als wenselijk wordt gezien (en dat is snel het geval, omdat de inhoud zeer Amerikaans is en maar beperkt aansluit bij de wiskunde die in Europa onderwezen wordt), dan bestaat niet de mogelijkheid om die inhoud aan te passen aan de lokale situatie. Tevens is het systeem gebaseerd op *server-based computing* en daarmee afhankelijk van betrouwbare, intercontinentale connectiviteit met systemen in de VS. Dat laatste brengt ook met zich mee dat leerprestaties niet gemakkelijk



## Het toetsend leren in de zomercursussen wordt door de studenten zeer geapprecieerd

kunnen worden geïntegreerd met lokaal gebruikte course managementsystemen (CMS). Om die redenen is het aantrekkelijk alternatieven te onderzoeken die ALEKS-achtige functionaliteit realiseren binnen lokale CMS. Die alternatieven zijn sinds kort voorhanden nu recente versies van systemen als BlackBoard in een aantal opzichten belangrijke additionele functionaliteit hebben verworven. Dat is in de eerste plaats de uitbreiding van de toetsmodule waardoor versie 6.3 nu achttien verschillende vraagformaten ondersteunt, vergelijkbaar met de mogelijkheden van specifieke toetsapplicaties.

Maar belangrijker nog dan deze toetsfunctionaliteit, is de mogelijkheid om leermaterialen adaptief aan te bieden. In een recent *position paper* over e-learning (Vovides e.a., 2007) wordt de introductie van deze vorm van adaptiviteit zelfs als een van de belangrijke recente doorbraken getypeerd. In zekere zin is de benaming adaptief wat misleidend. Er is geen sprake van een selectie van het meest informatieve leermateriaal op basis van een kansmodel. Eerder is er sprake van interactiviteit. Aan ieder leermateriaal kan de docent criteria verbinden waaraan moet worden voldaan voordat de student toegang krijgt tot dat leermateriaal. Die criteria kunnen betrekking hebben op een tijdsperiode, een deelgroep van studenten, het hebben geraadpleegd van specifiek benoemde andere leermaterialen of van de status van het zogenaamde *Gradebook*. Die laatste optie is in het kader van het ontwerp van flexibel remediatie-onderwijs het belangrijkste gebleken.

### Aanbod van lesmateriaal

In het *Gradebook* worden zowel de deelname aan bepaalde toetsen als de score op die toetsen vastgelegd. Door gebruik te maken van dit type criteria kan bereikt worden dat het aanbod van leermateriaal wordt bepaald door de kennistoestand van de student in een precedentiediagram zoals geschetst in figuur 1. Alleen wanneer de student alle toetsen van leereenheden die volgtijdelijk voorafgaan aan een specifieke leereenheid met succes heeft afgelegd, kan de student die leereenheid opstarten. En ook binnen de leereenheid kan een vaste sequentie van leermaterialen worden afgedwongen op een wijze die ook voor ALEKS kenmerkend is. De in moeilijkheidsgraad

oplopende leermaterialen die tot eenzelfde leereenheid behoren, worden slechts beschikbaar gesteld nadat leermaterialen die in moeilijkheid eraan voorafgaan met succes geleerd zijn. De timing van voortgangstoetsing kan vervolgens afhankelijk gemaakt worden van bereikte vorderingen in de *learning mode*. En als laatste stap kan, conform tradities waarop het systeem is gebaseerd, die uitkomst van de voortgangstoetsing bepalend gemaakt worden voor de beschikbaarstelling van leermaterialen. Zowel het herhalen van eerder geoefende maar nog niet volledig beheerste materialen als het nieuw aanbieden van nog niet-geoefende materialen is mogelijk. Afgelopen zomer is met succes een eerste onderdeel van een bijspijkercursus in BlackBoard aangeboden.

Uitbreiding van de dekking en aansturing door meer geavanceerde adaptieve regels is in de loop van dit studiejaar voorzien.

### Literatuur

- Doignon, J.P. & Falmagne, J.Cl. (1999). *Knowledge Spaces*. Berlijn: Springer-Verlag.
- Falmagne, J., Cosyn, E., Doignon, J. & Thiéry, N. (2004). *The Assessment of Knowledge in Theory and in Practice*. [http://www.aleks.com/about\\_aleks/Science\\_Behind\\_ALEKS.pdf](http://www.aleks.com/about_aleks/Science_Behind_ALEKS.pdf).
- Vovides, Y., Sanchez-Alonso, S., Mitropoulou, V. & Nickmans, G. (2007). The use of e-learning course management systems to support learning strategies and to improve self-regulated learning. *Educational Research Review*, 2(1), 64-74.

□ Dr. Dirk Tempelaar en drs. Bart Rienties zijn respectievelijk als universitair docent en als onderzoeker verbonden aan de Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde, Universiteit Maastricht. Drs. Maarten van Wesel is als junior projectmanager verbonden aan de Universiteit Maastricht.