

De digitale kennisbasis als alternatief voor het traditionele leerboek

Herman J. Wijnne¹

Lead

Een leerboek kun je niet zo maar 'op het net' zetten. Alleen een speciaal vormgegeven presentatie, die goed gebruik maakt van de didactische mogelijkheden van de computer heeft meerwaarde ten opzichte van het gedrukte boek. Studenten van de zap-generatie lopen ermee weg, maar docenten en onderwijsinstellingen zien op tegen de inspanning en de kosten om zo'n presentatie te maken. De ervaringen met de productie van een digitale kennisbasis statistiek laten zien dat dat mee kan vallen.

De kennisbasis-formule maakt de productie mogelijk van digitale leer-objecten met achtergrondinformatie bij diverse onderwijsvormen tegen aanvaardbare kosten en inspanning.

De kennisbasis-formule stelt docenten en instellingen in staat om tegen aanvaardbare inspanning en kosten de basisleerstof en achtergrondinformatie bij project- of probleemgestuurde onderwijsvormen digitaal vorm te geven.

Inleiding

Er is in de laatste jaren veel educatieve software ontwikkeld op het gebied van elektronische leeromgevingen (zoals WebCT en Blackboard), digitale portfolio's en toetsingssystemen. Deze programma's hebben gemeen, dat het 'schillen' zijn, die met allerlei inhoud kunnen worden gevuld, maar die zelf geen inhoud hebben. Zij bieden alleen faciliteiten, die het onderwijsproces helpen organiseren en administreren.

De productie van inhoud ('content') stagneert daarbij vergeleken. Daar zijn economische redenen voor. De ontwikkeling van content is maatwerk, meestal ten behoeve van een betrekkelijk klein publiek, waardoor de kosten per uur per gebruiker relatief hoog zijn. En er zijn weerstanden. Auteurs zijn onwennig in het maken van leermiddelen voor de computer en schrijven liever boeken en klappers, waarbij zij meer vat hebben op het eindproduct. Uitgevers zijn terughoudend in verband met de hoge investeringskosten, het grote afbreukrisico door gebrek aan praktische kennis en de risico's van illegaal kopiëren. En tenslotte komen universiteiten en hogescholen maar moeizaam tot de samenwerking, die vereist is om de productie van content betaalbaar te maken.

In dit artikel onderzoeken we of een digitale kennisbasis een alternatief kan zijn voor een traditioneel leerboek. Met als voorbeeld de productie van de kennisbasis statistiek formuleren we de didactische eisen waaraan een digitaal leerboek in het algemeen moet voldoen. Verder wijden we uit over het productie-concept, waarin de docent-auteur het initiatief heeft, maar wel redactioneel en technisch wordt bijgestaan. Tenslotte geven we aan in welke onderwijs-setting een kennisbasis kan worden gebruikt en bespreken we hierop aansluitend de aspecten, waarop een kennisbasis moet worden geëvalueerd.

¹ Adres: Prinsengracht 333, 1016 GZ Amsterdam, email wijnne_hj@planet.nl

Een digitaal leerboek

Een probleem-georiënteerde opzet van het onderwijs begint redelijk geaccepteerd te raken. Leren wordt minder gezien als het verwerven van kennis, en meer als het aanleren van de vaardigheid om kennis en informatie op te zoeken en te gebruiken. Tegelijkertijd is onze houding tegenover informatieverwerving en -gebruik sterk aan het veranderen als gevolg van de digitalisering van het dagelijks leven en onze inburgering in de internetmaatschappij. De acceptatie door jongeren van computers is geen vraag meer, veel belangrijker is het te weten in hoeverre het mediagedrag van studenten en leerlingen de school- en onderwijscultuur beïnvloedt.

Studenten van de zap-generatie zijn eerder geneigd hun problemen aan Google voor te leggen, dan een boek te raadplegen. Zij zijn eraan gewend geraakt hun informatie naar behoefte te verzamelen door een groot aantal verschillende media en bronnen te 'scannen', waarbij zij associatief te werk gaan en door trial-and-error hun doel bereiken. Hun kennis en vaardigheden zijn daardoor in nauwe relatie tot praktische problemen *geconstrueerd* en zijn veel minder dan vroeger *afgeleid* van consistente systemen van theoretische kennis.

Dat heeft grote voordelen. We weten dat theoretische kennis als zodanig slecht beklijft en dat de toepassing in praktische situaties van zelf-geconstrueerde kennis veel gemakkelijker tot stand komt. Het kan echter ook ten koste gaan van het inzicht in de systematiek van de leerstof en kan er de oorzaak van zijn, dat de kennis van een bepaalde vakdiscipline gefragmenteerd en slecht geordend wordt opgebouwd. Dat hoeft niet in alle gevallen een probleem te zijn, maar het besef, dat (academische) kennis theoretisch gefundeerd is en systematisch kan worden bestudeerd moet niet verloren gaan en een consistente behandeling moet beschikbaar blijven. Vaak wordt kennis gezien als een soort gereedschapskist, waaruit op geleide van ervaring en intuïtie wat gereedschap kan worden gekozen om een praktisch probleem op te lossen. Zo'n opportunistische benadering van kennis kan door onvoldoende diepgang echter gemakkelijk tot verkeerd gebruik leiden. En dat geldt beslist niet alleen voor de toepassing van 'basisvakken' als wiskunde en statistiek.

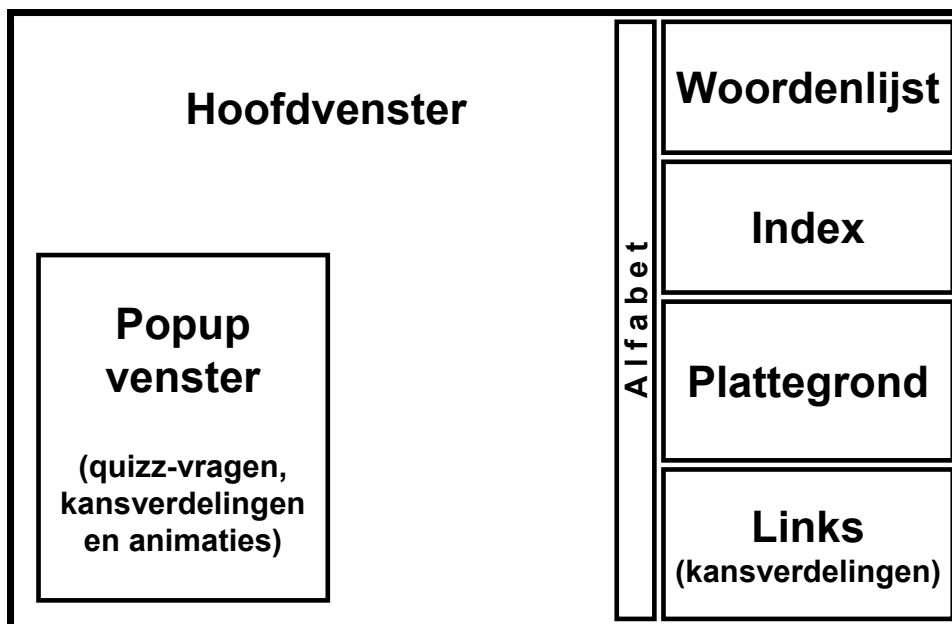
Voor achtergrondinformatie en als bron van een coherente behandeling van de leerstof is dus het leerboek nog steeds onmisbaar, maar dan wel in een aan de zap-generatie aangepaste vorm: de digitale kennisbasis. Een digitale kennisbasis van het hier gepresenteerde type bevat een geordend overzicht van de leerstof op een bepaald vakgebied, maar gaat de competitie met een standaard leerboek aan door zijn interactiviteit, compactheid en uitstekende zoek-eigenschappen. Een kennisbasis is aantrekkelijk voor de internet-generatie doordat hij de 'look-and-feel' van een internet-browser heeft en ruim gebruik maakt van hyperlinks, quizz-vragen, simulaties en animaties.

De kennisbasis statistiek als voorbeeld

De kennisbasis statistiek bevat 300 hoofdschermen en daarnaast een woordenlijst plus index met 500 termen, een plattegrond, de belangrijkste statistische verdelingen als interactieve figuur (ter vervanging van de door velen verfoeide statistische tabellen), quizz-vragen voor verwerking en ondersteuning, talloze figuren, tabellen en diagrammen en enige tientallen passieve en actieve animaties. (Figuur 1.) Een nog niet geheel complete test-versie is te bekijken op

<http://www.wynneconsult.com>

De kennisbasis is vanaf het begin speciaal voor computergebruik geschreven en is niet van een of ander bestaand leerboek afgeleid. Hij bevat de onderwerpen, die gebruikelijk zijn in een inleidende cursus statistiek: *methodologie van wetenschappelijk onderzoek, beschrijvende statistiek, kansrekening en kansverdelingen, steekproeven, schatten, toetsen, associatie, correlatie en regressie*.



Figuur 1. Layout van een scherm van de kennisbasis.

De statistiek wordt behandeld op het niveau van een inleidende cursus voor niet-statistici in het hoger onderwijs. De behandeling van de onderwerpen gaat in de kennisbasis meestal van het bijzondere naar het algemene en niet omgekeerd. Aan de hand van een voorbeeld worden eerst de probleemstelling of de kenmerken van een proefopzet duidelijk gemaakt, waarna de student vervolgens wordt meegenomen naar een theoretische oplossing, model of procedure. De student kan op deze manier het behandelde concept beter in zijn eigen wereld plaatsen en zal beter in staat zijn om overeenkomstige of verwante problemen te herkennen en tot een oplossing te brengen.

Wiskundige notatie is gebruikt om de teksten beknopt en correct te houden, niet om afleidingen of bewijzen uit de mathematische statistiek of de waarschijnlijkheidsleer te presenteren. Om vooruitgang te boeken construeert en gebruikt iedere wetenschappelijke discipline zijn eigen taal, die op de buitenstaander vaak een abstracte of zelfs occulte indruk maakt. Die taal, ook in een inleiding in het vak, geheel negeren zou echter leiden tot misverstanden en tegenspraken. Een goede leraar weet hoe te vereenvoudigen zonder onsamenhangend te worden. (Wynne, 2003)

Didactische vormgeving

Aan welke eisen moet een digitale kennisbasis voldoen?

Een digitale kennisbasis is geen boek, dat zijn structuur voornamelijk ontleent aan de volgorde, waarin de verschillende onderwerpen worden behandeld. Een kennisbasis is een stukje internet, maar dan gespecialiseerd op één onderwerp en ontdaan van alle 'junk'. Inhoudelijke educatieve software heeft meerwaarde t.o.v. boeken en klappers, wanneer goed gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden van de computer en het internet. De ontwikkeling van zulke inhoud vereist een andere aanpak dan de ontwikkeling van klassieke leermiddelen. Het is niet voldoende om een of meer hoofdstukken uit een boek of klapper 'op het net' te zetten, omdat lange teksten op het scherm onleesbaar zijn. Studenten printen ze gewoon uit en lezen ze van het papier. Dit is wat vaak gebeurt, als een school of studierichting besluit om de inhoud van cursussen te digitaliseren al of niet onder de paraplu van een geïntegreerd elektronisch leersysteem als WebCT of Blackboard.

Om gebruik te maken van de voordelen van elektronische content moet deze als zodanig 'from scratch' worden ontworpen. Een goed gemaakte digitale kennisbasis is *hypertekstueel*, dat wil zeggen:

- ❖ de presentatie-stijl is *niet-lineair* en *multidimensioneel*. Er worden tegelijkertijd meerdere teksten en andere elementen aangeboden, die elkaar ondersteunen. En er wordt intensief gebruik gemaakt van hyperlinks in en buiten de tekst, waardoor een netwerk van samenhangende verwijzingen ontstaat.
- ❖ *multimediaal*. Informatie en uitleg worden niet alleen in de vorm van tekst en plaatjes aangeboden, maar ook in de vorm van passieve (de gebruiker kan niet ingrijpen) en actieve (de gebruiker kan wel ingrijpen) animaties, van simulaties en zelfs, wanneer het budget dat toelaat, van video en gesproken woord.
- ❖ *interactief*. Quizz-vragen en oefeningen zijn voorzien van feedback en directe inhoudelijke ondersteuning.

De didactische waarde van hypertekst als een manier van communiceren is een veelbesproken onderwerp. Typisch voor een hypertekstuele kennisbasis is, dat de samenhang en de structuur mede worden bepaald door de verwijzingen (hyperlinks) en door de manier, waarop de student die verwijzingen gebruikt. De student kan meer associatief en zapperwijs te werk gaan, overslaan wat hij al weet of niet wil weten en doorklikken naar wat hij nog niet weet en wel wil weten. Hypertekst maakt kennis persoonlijker en bereikbaarder op het moment, dat die nodig is.

Daar staat als bezwaar tegenover, dat het overweldigende aanbod van keuzes en informatie gemakkelijk *desoriëntatie* en '*cognitive overload*' met zich mee kan brengen. Oriëntatie binnen een heldere, bij voorkeur hiërarchische presentatie van de leerstof is in het bijzonder voor beginnende studenten cruciaal en verwarring en onzekerheid over de structuur van de leerstof kan het proces van het construeren van kennis ernstig verstoren.

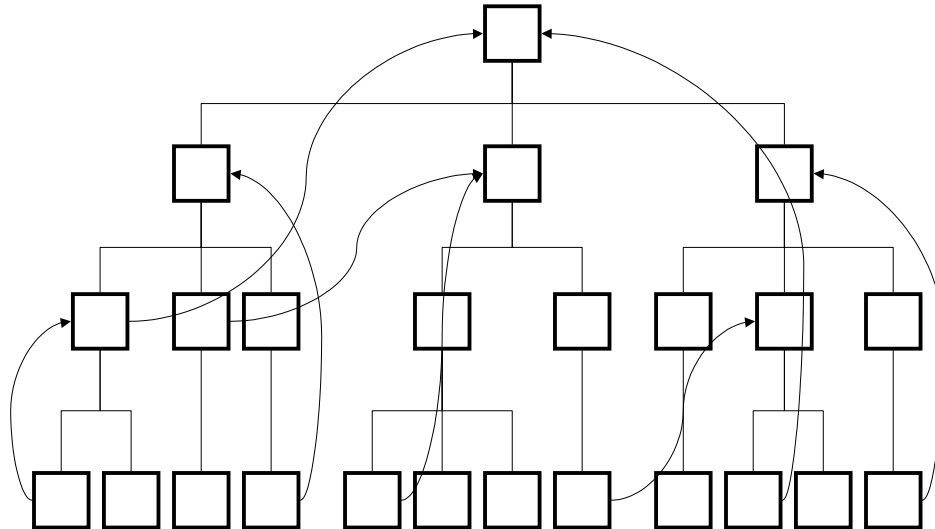
Vanuit constructivistisch oogpunt bestaat het leren hanteren van een methode of techniek, of het verkrijgen van kennis en inzicht, uit een proces van inkapseling: de nieuwe ervaringen moeten in bestaande mentale structuren worden geïntegreerd, waarbij die structuren worden aangepast aan de veranderde omgeving. (Crowe en Zand, 2000a) Dit proces verloopt het beste, niet door stukjes kennis van een bron (de docent) naar een container (de student) over te brengen, maar door actieve mentale zelf-(re)organisatie door de student, daarin gestimuleerd door goedgekozen leeropdrachten en een zorgvuldig gestructureerde presentatie van de leerstof. Hypertekstuele presentatie van de leerstof kan dit proces ondersteunen, doordat de student de mogelijkheid heeft en zelfs gestimuleerd wordt om de stenen te kiezen en te verzamelen, die hij nodig denkt te hebben om zijn eigen gebouw te construeren.

De voordelen en risico's van hypertekst zijn in een aantal studies geëvalueerd. (Bijvoorbeeld: Calvi en De Bra, 1998; Nimwegen et al., 1999; Mohageg, 1992; Verheij et al., 1996; Russell, 1998.) Er worden ruwweg drie typen hypertekstuele structuur onderscheiden: hiërarchische, traditioneel lineaire en netwerkstructuren. De globale conclusie uit dit onderzoek is, dat de leereffecten sterk afhangen van het type van de hypertekstuele structuur in samenhang met het type leertaak, bijvoorbeeld memoriseren, probleemoplossen of informatie zoeken. Verder spelen de leerstijl van de student, het korte termijn geheugen of zelfs de beschikbare studietijd een rol.

Hiërarchisch gestructureerde hypertekst wordt aangeraden voor gecompliceerde leertaken. Zuivere netwerkstructuren zijn daarvoor zoals verwacht inferieur vanwege hun slechte oriëntatie-eigenschappen. Aan de andere kant lijkt de lineaire structuur (de traditionele vormgeving van een boek) het te winnen, als het gaat om het onthouden van teksten, hoewel de effecten verdwijnen als voor de beschikbare leestijd wordt gecorrigeerd. (Lee en Tedder, 2003.)

Ontwerp van de kennisbasis statistiek

Voor de kennisbasis statistiek heeft dit geleid tot de keuze voor een in hoofdzaak hiërarchische vorm van hypertext, maar wel verrijkt met een secundaire netwerkstructuur voor verwijzingen en parallele uitleg (figuur 2). Daarnaast is grote zorg besteed aan navigatie en oriëntatie.



Figuur 2. Structuur van de hypertext in de kennisbasis statistiek: de schermen zijn in hoofdzaak hiërarchisch met elkaar verbonden, maar de structuur is verrijkt met een secundair referentie-netwerk.

Voor kennisbases met een vergelijkbaar doel, nl. een gedetailleerd overzicht te bieden van de leerstof op een bepaald vakgebied als referentiebron en primair studiemateriaal, lijkt dit de beste opzet. De uitgangspunten van het ontwerp zijn ten dele hypothetisch van aard en zullen in volgend evaluatie-onderzoek moeten worden getoetst.

Het ontwerp heeft in hoofdlijnen de volgende kenmerken (zie ook figuur 3).

- ❖ Een scherm met zijn hoofdvenster en ondersteunende elementen (woordenlijst, figuren en tabellen, animaties, quizz-vragen) is een kleine monografie, die als zodanig leesbaar en begrijpelijk moet zijn.

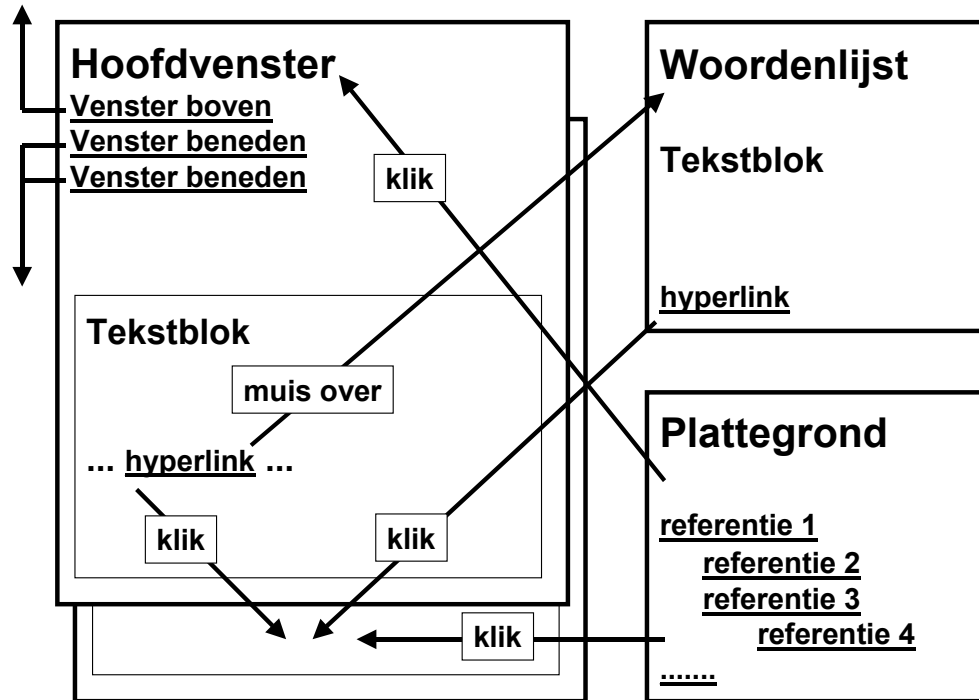
Dit wordt vooral bereikt door de inhoud van het hoofdvenster, de teksten in samenhang met de grafische elementen, zorgvuldig te ontwerpen. De noodzaak om te 'scrollen' wordt zoveel mogelijk vermeden. Het verhindert de gebruiker om in één oogopslag vast te stellen hoe het venster is ge-organiseerd. Daarom moet de vensterinhoud compact worden gehouden, zodat hij in een enkel scherm past. De ondersteunende teksten moeten adequaat zijn en de verwijzingen weloverwogen. Het monografie-karakter van een scherm brengt ook met zich mee, dat er een zekere overlap tussen schermen over verwante onderwerpen kan zijn.

De teksten in het hoofdvenster, de woordenlijst en de plattegrond zijn met wisselende inhoud en altijd zichtbaar. In popup-vensters kunnen kansverdelingen (voor het opzoeken van overschrijdingskansen), animaties en quizz-vragen te hulp worden geroepen en weer worden weggeklikt.

- ❖ Een consistent hiërarchische opzet garandeert optimale oriëntatie. Het verkrijgen van inzicht in de intrinsieke en logische structuur van de leerstof is zelf een essentieel leerdoel en wordt bevorderd door een hiërarchische presentatie van de stof.

In de kennisbasis krijgt de hiërarchie in de eerste plaats vorm door hyperlinks in het hoofdvenster, die de gebruiker in staat stellen omhoog of omlaag te gaan in de

boomstructuur. (Zie figuur 3.) Daarbij wordt de student geholpen door een plattegrond, die een overzicht geeft en van waaruit ook naar nieuwe vensters kan worden doorgeklikt. Dit moet niet alleen gezien worden als een faciliteit: het stimuleert de student ook om autonoom te zijn en een weloverwogen keuze te maken hoe verder te gaan na kennis genomen te hebben van de inhoud van het huidige venster.



Figuur 3. Structuur van de hypertext in de kennisbasis statistiek: hiërarchische referenties onder de titel van het hoofdvenster en netwerk-referenties door middel van hyperlinks in de tekst. Muis-overs produceren korte uitleg van termen in de woordenlijst, en muis-kliks geven complete uitleg in een nieuw venster.

- ❖ Door sleutelwoorden in de tekst te verbinden met een korte uitleg in de woordenlijst of met een meer gedetailleerde behandeling elders in de kennisbasis wordt de secundaire netwerkstructuur verkregen. Er zijn tenminste twee redenen om dit secundaire netwerk te gebruiken. Ten eerste is het een onmisbaar hulpmiddel om de tekst goed te begrijpen en de stof te herhalen. Ten tweede is een kennisbasis van dit type bedoeld, niet in de eerste plaats als een op zichzelf staande inleiding in de leerstof, maar als een referentiebron, die te gebruiken is in verschillende leeromgevingen.

Door gebruik te maken van het secundaire netwerk loopt de gebruiker wel het risico van desoriëntatie, wanneer hij zich te gemakkelijk laat verleiden het oorspronkelijk voorgenomen studie-pad te verlaten voor een tijdelijke excursie op een nieuw pad. Daarom is gekozen voor een extra keuze-stap: als de cursor over een woord gaat, dat een hyperlink heeft, geeft de woordenlijst onmiddellijk een korte uitleg zonder dat de tekst in het hoofdvenster verandert. Als de gebruiker vervolgens met de muis op de hyperlink klikt krijgt hij een nieuw scherm te zien, waarin de betreffende term uitgebreid wordt verklaard. De student kan dus beslissen, dat de uitleg in de woordenlijst voor het moment voldoende is en zijn voorgenomen route vervolgen, of hij kan beslissen, dat meer gedetailleerde informatie zonder uitstel gewenst is en, door met de muis te klikken, een andere weg opgaan.

- ❖ In voorbereiding is een methode, waarmee ook figuren en tabellen op een vergelijkbare manier van toelichting en nadere uitleg kunnen worden voorzien.

Productie van een kennisbasis

De productie en ontwikkeling van digitaal onderwijsmateriaal is relatief kostbaar en financieel-economisch alleen dan haalbaar, wanneer de potentiële gebruikersgroep van voldoende omvang is. Aan deze voorwaarde is in het geval van de statistiek, die een onderdeel vormt van vrijwel alle curricula van de empirische wetenschappen gemakkelijk voldaan.

De druk om ook voor vakken met een kleiner bereik boekvervangend digitaal onderwijsmateriaal te maken, dat speciaal voor de computer is ontworpen, neemt echter toe, naarmate onderwijsinstellingen steeds meer overgaan tot de integratie van het onderwijs in elektronische leeromgevingen als WebCT en Blackboard.

De ervaring leert, dat tot nu toe vooral de technische en organisatorische overhead kostenbepalend is voor de productie van digitaal onderwijsmateriaal. De voor deze kennisbasis ontwikkelde technologie en expertise is ook zeer goed bruikbaar voor andere vakinhouden dan statistiek. Door toepassing van eenvoudige technologie zijn de kosten van de productie goed te beheersen. Door het aantal niet essentiële, maar relatief dure animaties en andere digitale gadgets te beperken kunnen de technische kosten zelfs marginaal zijn in vergelijking tot de kosten van de inspanning van de auteur.

De kennisbasis is geproduceerd als een website, die ook lokaal kan worden gedraaid. De website wordt verkregen door een vertaalprogramma, dat de (licht gecodeerde) MS Word teksten van de auteur direct transformeert tot voor de browser leesbare code, waarbij tegelijk alle hyperlinks met behulp van een database worden aangemaakt. Door gebruik te maken van standaard web-technologie kan iedere gewenste stijl van vormgeving worden verkregen, zelfs voor de mathematische notatie. Animaties en andere applicaties kunnen eenvoudig worden toegevoegd, maar moeten wel apart worden geprogrammeerd.

De auteur kan zich concentreren op het schrijven van teksten en het ontwerpen van ander, bijvoorbeeld grafisch materiaal. Hij of zij moet in eerste instantie leren *geen boek* te schrijven, maar een *hypertekstuele presentatie*. Door vooral in het begin te zorgen voor professionele begeleiding kan veel tijd worden gewonnen, die anders verloren gaat met redigeren en herschrijven, terwijl het afbreukrisico kleiner wordt. De feedback naar de auteur is ook materieel, omdat dankzij de eenvoudige techniek tussentijds de voorlopige website telkens opnieuw kan worden geproduceerd. De auteur kan dan direct zien wat de uitwerking, het gebruiksgemak, de hyperlink-structuur en de logische consistentie van zijn tekst is en eventueel eerder ontworpen schermen aanpassen. Om dezelfde reden zijn eenmaal voltooide auteursdocumenten weer gemakkelijk te herzien. Fouten kunnen snel worden verbeterd, didactische experimenten met verschillende vormen van presentatie en tekst zijn zonder al te veel omhaal te realiseren.

Gebruik en evaluatie

In veel gevallen ontbreekt het aan een adequate evaluatie van nieuwe initiatieven. Dat is een reëel probleem, want er bestaat niet zelden een serieus verschil tussen datgene wat de docent beoogt te bereiken en wat de student in feite doet. (Crowe en Zand, 2000b). Evaluatie is ook van belang om docenten te overtuigen van de waarde van een nieuwe toepassing. Daadwerkelijk gebruik (wat nog iets anders is dan invoering) van on-line onderwijsmateriaal wordt in hoge mate bepaald door de instelling en het enthousiasme van docenten en studenten, naast hun technische competentie en het niveau en de ondersteuning van de beschikbare IT-infrastructuur. (Benson et al, 2001.)

Een kennisbasis van het hier besproken type is bedoeld om te worden gebruikt in samenhang met ('ingebed in') een probleem-georiënteerde cursus. In het geval van de kennisbasis statistiek zal dat vaak een cursus toegepaste statistiek, epidemiologie of wetenschappelijke methodologie zijn. De kennisbasis is geen determinatie-systeem om veel vóórkomende onderzoekszetters te herkennen of een recepten-bundel met statistische toetsen. De kennisbasis mikt op meer dan *procedurele kennis* en bevat voldoende theoretische achtergrond om *inzicht en begrip* te

bevorderen bij de keuze van statistische methoden en de *interpretatie* van onderzoeksuitkomsten in niet al te moeilijke veel voorkomende gevallen. De didactische presentatie is daarop afgestemd, waarbij getracht is een compromis te vinden tussen een goed ge-organiseerde en inzicht scheppende presentatie en de beknoptheid van een encyclopedische referentiebron.

Na een voorafgaand review op elementaire fouten en vergissingen zal de evaluatie van de kennisbasis statistiek vooral gericht worden op een drietal hoofdvragen, corresponderende met een drietal aspecten waarin het kennisbasisconcept innovatief beoogt te zijn. Het gaat dan om:

- ❖ De inzet als referentiebron bij diverse vormen van probleem-georiënteerd onderwijs.
Vragen die hierbij aan de orde komen zijn: of en op welke wijze een kennisbasis bij dit type onderwijs door de studenten geraadpleegd wordt, of hij gewaardeerd wordt en wat voor soort kennis wordt opgezocht en verwerkt.
- ❖ Het gebruik van de hypertextuele en multidimensionele structuur, zoals bedoeld door de ontwerper.
De interesse gaat dan uit naar de weg die de studenten door de kennisbasis volgen, en of er vaak wordt afgeweken van de hiërarchische lijn en zo ja wanneer en hoe. En of deze manier van kennisrepresentatie wordt gewaardeerd en op welke aspecten.
- ❖ Het leereffect van een kennisbasis vergeleken met het leereffect van klassieke informatiebronnen, vooral leerboeken.
Deze vraag is vooral lastig te beantwoorden, omdat er een interactie is te verwachten tussen het effect van de kennisbasis en dat van de overige componenten van de betrokken cursus. Het leereffect van de kennisbasis is niet los te zien van de andere effecten van de leeromgeving.

Het optimale gebruik van de kennisbasis is momenteel onderwerp van onderzoek. Verder is er een pilotstudie in uitvoering, waarin het leereffect van de kennisbasis wordt vergeleken met dat van leerboeken. Een probleem is het vinden van een of meer 'real life' onderwijssettings, die zich lenen voor goed gecontroleerd en bij voorkeur vergelijkend onderzoek. Docenten, onderwijsdirecties en waarschijnlijk ook studenten zijn niet altijd gemakkelijk bereid te vinden aan onderzoek deel te nemen. Docenten statistiek, die een geschikte cursus en een positief onderzoeksklimaat kunnen aanbieden, zullen wij gaarne verwelkomen als partner in ons onderzoek.

Conclusie

Presentatie van de leerstof in de vorm van een digitale kennisbasis kan een gedrukt leerboek vervangen, mits goed gebruik wordt gemaakt van de specifieke mogelijkheden van de computer. Van groot belang is, dat het materiaal speciaal voor dat doel wordt ontworpen: compacte en toch helder geschreven teksten, interactief en met extra toelichting door middel van 'hyperlinks', animaties en simulaties. De kosten van de productie kunnen in de hand gehouden worden door te zorgen voor goede begeleiding van de auteurs en door gebruik te maken van standaard technologie. De digitale kennisbasis lijkt vooral goed inzetbaar te zijn als referentiebron bij probleemgerichte onderwijsvormen.

Referenties

Benson Soong, M.H., Chuan Chan, H., Chai Chua, B. en Fong Loh, K. (2001) Critical success factors for on-line course resources. *Computers and education* 36, 2, 101-120.

Calvi, L. en De Bra, P. (1998) A flexible hypertext courseware on the Web based on a dynamic link structure. *Interacting with Computers* 10, 143-154.

Clayden AD (1990) Who should teach medical statistics, when, how and where should it be taught? *Statistics in Medicine* 9, 1031-1037.

- Crowe, D. en Zand, H. (2000a) Computers and undergraduate mathematics. I: setting the scene. *Computers & Education* 35, 95-121.
- Crowe, D. en Zand, H. (2000b) Computers and undergraduate mathematics. 3: Internet resources. *Computers & Education* 35, 123-147.
- Hubbard R. (1997) Assessment and the process of learning statistics. *J Statist Educ* 5, 1, 1-8.
- Lee, M.J. en Tedder, M.C. (2003) The effects of three different computer texts on readers' recall: based on working memory capacity. *Computers in Human Behavior*. Accepted text.
- Mohageg, M.F. (1992) The influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval. *Human Factors* 34(30), 351-367.
- Nimwegen, C. van, Pouw, M. en Oostendorp, H. van (1999) The influence of structure and reading-manipulation on usability of hypertexts. *Interacting with Computers* 12, 7-21.
- Russell, G. (1998) Elements and implications of a hypertext pedagogy. *Computers and Education* 31, 185-193.
- Verheij, J., Stoutjesdijk, E., en Beishuizen, J. (1996) Search and study strategies in hypertext. *Computers in human behavior* 12, 1, 1-15.
- Wynne, H.J. (2003) A Knowledge Base for Internet as a tool in Statistical Education. Contributed Lecture, Conference Research Methodology 2003, Free University, Amsterdam.