

## Het COSO-Project: Computer Ondersteund Statistiek Onderwijs

Herman Wynne\*, Ditte Lockhorst\*\*\*, Paul Westers \*\*

### Samenvatting

Het COSO-project van de Universiteit Utrecht ontwikkelt de komende jaren computerondersteund statistiekonderwijs (COSO) ten behoeve van de studenten en docenten van 7 verschillende faculteiten. Gestart met een projectfinanciering uit het fonds Kwaliteit en Studeerbaarheid en uit bijdragen van de participerende faculteiten, heeft het COSO-project zijn doelgroep en financiële draagvlak vergroot door samenwerking met andere instellingen van hoger onderwijs. Bezinning op de problemen en doelstellingen van het (inleidende) statistiekonderwijs heeft geleid tot een didactisch concept, dat het COSO-project richt op het ontwikkelen van een type onderwijs, waarin het verwerven van de competentie om de statistiek in de eigen professionele omgeving toe te passen centraal staat.

In dit artikel worden de problemen en de doelstellingen van het inleidende statistiekonderwijs geanalyseerd, de didactische en inhoudelijke opzet van COSO beschreven en de bijdragen die computerondersteund onderwijs aan de realisering van de gestelde onderwijs- en leerdoelen kan leveren behandeld.

### 1. Inleiding

COSO is een samenwerkingsproject tussen 7 faculteiten van de Universiteit Utrecht met het doel een programma voor inleidend computerondersteund statistiekonderwijs te maken. Het project werd mogelijk gemaakt door een ruime subsidie uit het fonds 'Kwaliteit en Studeerbaarheid' van de minister van OCW en door de Universiteit Utrecht, die bereid was de subsidieaanvraag te ondersteunen en het subsidiebedrag aan te vullen. Het financiële draagvlak is daardoor voldoende sterk om een enigszins ambitieuze aanpak te rechtvaardigen. In de periode van voorbereiding, die eind 1997 is afgesloten, hebben zich bij het project vakgroepen statistiek van de Landbouw Universiteit Wageningen en van een instelling voor hoger beroepsonderwijs, de HES-Amsterdam, aangesloten en is samenwerking met een onderwijsuitgever tot stand gebracht. De bedoeling van de samenwerking met een uitgever is om de aanzienlijke investering in COSO te consolideren, zodat onderhoud en toekomstige uitbreidingen worden veilig

---

\* Centrum voor Biostatistiek, Universiteit Utrecht, Padualaan 14, 3584 CH Utrecht, email [h.wynne@accu.uu.nl](mailto:h.wynne@accu.uu.nl)

\*\* Idem, email [p.westers@bio.uu.nl](mailto:p.westers@bio.uu.nl)

\*\*\* IVLOS, Universiteit Utrecht, Postbus 80127, 3508 TC Utrecht, email [d.lockhorst@ivlos.uu.nl](mailto:d.lockhorst@ivlos.uu.nl)

COSO-website <http://www.bio.uu.nl/~coso/>

COSO is het werk van een grote groep docenten, onderwijskundigen, technici en anderen. Zonder Ben Brandenburg, Hans van Buuren, Muriel Daal, Joop Faber, Han Floor, Henk Herwig, Guus de Krom, Cas Kruitwagen, Marjan Marinissen, Marja Nieuwhof, Bert Nijdam, Albert Pilot, Sten Roemaat, Ingeborg v.d. Tweel, Olga Wagenaar, Quasiba Zeggen en vele anderen zou dit artikel niet tot stand hebben kunnen komen.

gesteld. Tenslotte is een aantal ondersteunende projecten opgezet in samenwerking met 4 Belgische universiteiten en hogescholen en de Open Universiteit. COSO is van een soortnaam een eigenaam geworden.

Het oorspronkelijke doel van het COSO-project was het ontwikkelen van 80 'studiebelastingen' computergestuurd statistiekonderwijs. Die doelstelling is onveranderd, maar in de loop van de voorbereidingsperiode ontstond in toenemende mate het besef, dat de problemen van het inleidende statistiekonderwijs tevens om een nieuwe didactische aanpak van dit onderwijs vragen. Het statistiekonderwijs zou minder op het verwerven van kennis en vaardigheden moeten worden gericht en meer op het leren toepassen van statistiek in de eigen wetenschappelijke of beroepspraktijk. Onderzoeken hoe computergestuurd onderwijs daaraan een eigen bijdrage kan leveren is daardoor een belangrijk neven doel van het COSO-project geworden.

In dit artikel worden de problemen van het inleidende statistiekonderwijs, de didactische en inhoudelijke opzet van COSO, de voor- en nadelen van computerondersteund onderwijs, en de statistische inhoud van het COSO-project behandeld.

## 2. Problemen van het inleidende statistiekonderwijs

Aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen is nauwelijks een studierichting te vinden, waarin niet in het eerste of tweede jaar van de opleiding een cursus 'Inleiding in de Statistiek' is opgenomen. De ontwerpers van studieprogramma's motiveren dit studieonderdeel meestal met een beroep op de noodzaak van een gedegen voorbereiding op de studie in het gekozen vak. De inleiding in de statistiek wordt als een 'basisvak' gezien, waarmee men aangeeft, dat de student een zekere vaardigheid moet hebben verworven in het manipuleren en rekenen met kwantitatieve gegevens, voordat aan de eigenlijke studie kan worden begonnen. Statistiek wordt vaak beschouwd als een onderdeel van de wiskunde en wordt ook op een wiskundige manier, deductief en gericht op het verwerven van rekenkundige vaardigheid, aan de studenten gepresenteerd.

Studenten en docenten ondergaan deze inleiding in de statistiek meestal niet als een rijke ervaring. De student had wel wat andere verwachtingen van zijn studie psychologie, economie of geneeskunde: waarom moet hij eerst een abstract onderdeel methodologie of wiskunde doen? De docent van zijn kant wordt geconfronteerd met een studentenpopulatie, die zeer heterogeen is wat betreft belangstelling, ambitie, vooropleiding en leerstijl. In het beste geval zien de studenten zijn vak als een noodzakelijk kwaad, de meeste studenten zijn echter slecht gemotiveerd voor de statistiek, verzuimen met te groot gemak het onderwijs en raken daardoor de draad kwijt. Vlak voor het tentamen wordt nog even geprobeerd te 'pieken', maar dat lukt niet, zeker niet bij statistiek met zijn kenmerkende logica en samenhang.

De populatie is ook wat het ingangsniveau betreft uiterst heterogeen. Sommige studenten komen met statistische voorkennis binnen, maar hebben onvoldoende algemene wiskunde in hun eindexamenpakket zitten (wiskunde A), bij andere studenten (wiskunde B) is dat precies omgekeerd. Veel docenten hebben het gevoel, dat hun cursus statistiek vooral moet dienen om allerlei formele en informele deficiënties weg te werken.

Tenminste zo ingrijpend is de heterogeniteit van de studentenpopulatie naar leerstijl. Een leerstijl is een samenhangend cluster van strategieën, modellen en oriëntaties die studenten aanwenden om zich de leerstof eigen te maken. Vermunt (1992, 1994) onderscheidt 4 hoofdtypen, die in zuivere vorm niet voorkomen, maar als model kunnen dienen om de gedachten te bepalen.



1. Een *ongerichte* leerstijl bezitten studenten die de stof slecht verwerken, hun eigen leerproces niet kunnen sturen, bij het leren afhankelijk zijn van anderen en ambivalent tegenover de studie staan.
2. Een *reproductieve* leerstijl bezitten studenten die de stof stapsgewijs memoriseren, graag extern gestuurd worden en passief en examengericht leren.
3. Een *betekenisgerichte* leerstijl hebben studenten die in de diepte gaan bij de verwerking, hun eigen leerproces sturen, waarbij interesse en kennisgerichtheid overwegen.
4. Een *toepassingsgerichte* leerstijl hebben studenten die de leerstof op een concrete manier verwerken, hun leerproces zelf sturen of door anderen laten sturen, waarbij gerichtheid op het gebruik van de kennis en op het latere beroep overwegen.

De eerste twee leerstijlen zijn ongewenste leerstijlen, de laatste twee zijn, zeker in het hoger onderwijs, gewenste leerstijlen. Deze leerstijlen worden toegepast door mensen die in staat zijn zich zelfstandig kennis eigen te maken op een zodanige manier, dat die kennis bruikbaar is voor hun eigen doeleinden. Zij kunnen ook hun eigen leerproces sturen en daarop reflecteren. Leerstijlen zijn geen onveranderbare grootheden, ook al hangen zij enigszins met het type persoonlijkheid samen. De manier waarop het onderwijs wordt gegeven bepaalt in sterke mate welk type leerstijl de studenten ontwikkelen.

### 3. Didactisch ontwerp van het COSO

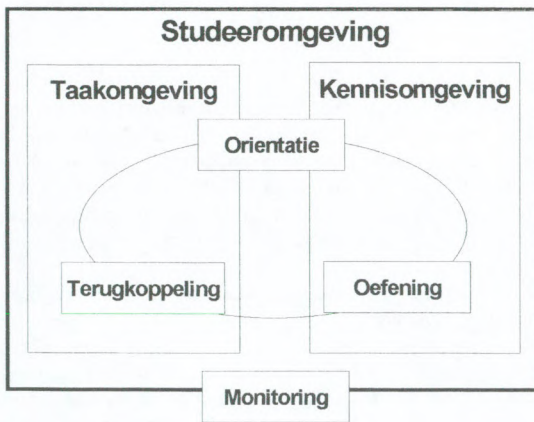
In de voorbereidende fase van het COSO-project is veel aandacht besteed aan het opnieuw overdenken en formuleren van de onderwijs- en leerdoelen van het statistiekonderwijs in het wetenschappelijk en hoger beroepsonderwijs en is getracht te anticiperen op de mogelijke bijdrage van de nieuwe media daaraan. Dit heeft geleid tot een didactisch concept van het COSO, dat geldt als een door alle participanten aanvaard uitgangspunt. De algemene onderwijsdoelen in het didactisch concept van het COSO zijn klassiek geformuleerd:

- Het statistiek-onderwijs brengt de algemene concepten en inzichten van de statistische methodologie onder de aandacht van de studenten.
- Het statistiek-onderwijs stelt de studenten in staat zich de belangrijkste vaardigheden m.b.t. de toepassing van de wetenschappelijke methodologie in praktische gevallen eigen te maken. Het gaat daarbij dus om de vaardigheid wetenschappelijke kennis en de resultaten van wetenschappelijk onderzoek te communiceren, kritisch te bespreken, te verifiëren, te interpreteren en naar waarde te schatten.

De tweede doelstelling is ambitieus. Hij wordt in het huidige onderwijs wel onderschreven, maar, naar de ervaring van de docenten zelf, onvoldoende gehaald. Aan het eind van de cursus statistiek zijn studenten veelal wel in staat zijn om kennis te reproduceren en om een berekening of toets correct uit te voeren, maar de juiste statistische techniek kiezen in een praktische situatie of een kritische interpretatie en beoordeling van de uitkomsten van een statistische analyse geven lukt meestal niet. Toch is juist dit laatste de essentie van de toepassing van de statistiek bij onderzoek en rapportage.

De keuze en het karakter van de middelen, die in COSO worden ingezet, beogen het onderwijs dan ook meer en beter in de richting van de tweede doelstelling te profileren. Het onderwijs moet de studenten ertoe brengen zich de laatste twee (gewenste) leerstijlen uit de vorige paragraaf eigen te maken. Geconfronteerd met de opdracht een praktisch probleem op te lossen, zullen de studenten zich de competentie moeten verwerven om uit te zoeken welke kennis en vaardigheden nodig zijn om het probleem op te lossen, om zich vervolgens die kennis en vaardigheden eigen te maken en aan te wenden en om tenslotte kritisch te evalueren in hoeverre het probleem is opgelost of dat nieuwe of andere kennis nodig is.

In het COSO-project wordt geprobeerd een studeeromgeving te creëren volgens het model van van Vilsteren et al (1997) voor competentiegericht leren, waarvan in figuur 1 een (vrije) weergave is gegeven. Essentieel voor dat model is, dat taakomgeving en kennisomgeving gescheiden zijn. In de taakomgeving krijgt de student praktische opdrachten of problemen voorgezet. De oplossingen worden echter niet zonder meer aangereikt, maar de student krijgt de suggestie zich te oriënteren op de toepassing van kennis en vaardigheden om het probleem op te lossen. Deze oriëntatie vindt plaats door analyse van het probleem en door zoeken in de kennisomgeving naar toepasbare kennis en vaardigheden. In de kennisomgeving vindt de student kennis en kan hij oefenen om zich de benodigde vaardigheden te verwerven. De derde stap is die van de terugkoppeling (zie figuur 1): de toepassing van de kennis en de evaluatie van de oplossing van het probleem.



Figuur 1. Model voor competentiegericht studeren.

Tenminste zo essentieel voor dit model is, dat de studeeromgeving voorziet in een vorm van 'monitoring' van dit proces van ontdekkend leren. In eerste instantie zal het de docent zijn die toeziet, coacht en feedback geeft, maar de studeeromgeving dient zo te zijn ingericht, dat de student die verantwoordelijkheid beetje bij beetje overneemt. Het doel van studeren is immers niet alleen om zich bepaalde professionele competenties te verwerven, maar ook en vooral om te leren hoe je dat op den duur op een zelfstandige en niet door anderen gestuurde manier kunt doen.



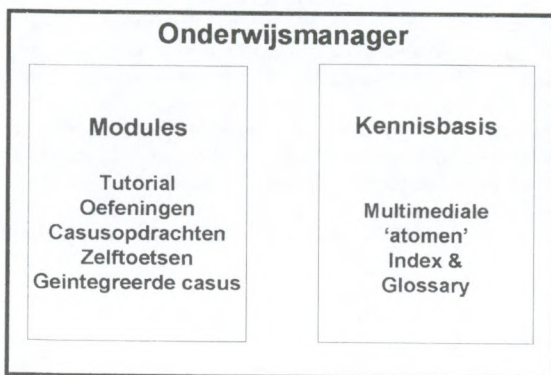
#### 4. Het COSO-model

Het COSO-model is een afspiegeling van het in de vorige paragraaf beschreven didactisch model. Het bestaat uit drie samenwerkende onderdelen: een *onderwijsmanager*, een *kennisbasis* en een aantal *modules*, zie figuur 2.

De *onderwijsmanager* vormt de onderwijsomgeving. De onderwijsmanager is een op de centrale server geïnstalleerde web-site, die door de lokale PC's van de cursisten of in de computerleerzaal van de universiteit of hogeschool wordt aangesproken met een browser. De centrale server bevat alle veranderlijke en interactieve elementen van het COSO-systeem: administratie, databases, mailbox, bulletin-board, groupware-faciliteiten, rekenprogramma, spreadsheet en uiteraard de manager zelf. Op de lokale PC's draait tezelfdertijd een CD-ROM, waarop de vaste elementen van het COSO-systeem staan: de kennisbasis, de modules, de geïntegreerde casus en de omvangrijke en vaste onderdelen van de manager.

COSO vraagt van de docent een andere rol: minder kennistransfer en meer management van het didactisch proces. De onderwijsmanager is de 'tool' die de docent daartoe ter beschikking staat. Met de onderwijsmanager kan iedere docent zijn eigen cursus samenstellen. De docent is vrij om de COSO onderdelen naar eigen inzicht in de cursus in te zetten en te besluiten daar hoorcolleges of andere klassieke werkvormen aan te koppelen. In de onderwijsmanager kan de docent zijn studenten informeren over de cursusopzet en cursusplanning. De onderwijsmanager maakt flexibele cursusbesturing door de docent mogelijk, zorgt voor registratie en evaluatie, biedt faciliteiten als een tekstverwerker en een statistisch rekenprogramma aan en tools voor het samenwerken tussen studenten als email, groupware en een bulletin board. Voor de student is de onderwijsmanager het centrale plein van de cursus, een statistisch NewMetropolis waar hij de statistiek en zijn toepassingen kan ontdekken.

De *kennisbasis* is de kennisomgeving van het didactische model van figuur 1. In de kennisbasis is alle statistische leerstof opgenomen waarmee in COSO gewerkt wordt. Alle onderwerpen worden hier uitgelegd en toegelicht aan de hand van neutrale, niet aan een



Figuur 2. Het COSO-model

bepaalde studierichting gebonden voorbeelden. De kennisbasis bestaat uit enige honderden elementen, atomen genaamd, die ieder een onderdeel van de statistische leerstof behandelen. Tutorials, oefeningen en casussen maken gebruik van de atomen in de kennisbasis door ernaar te verwijzen. Atomen zijn te vergelijken met paragrafen in een leerboek.

De kennisbasis maakt zoveel mogelijk gebruik van de mogelijkheden van het medium. Ieder atoom in de kennisbasis bestaat uit een 'intro-scherm', waarop een titel, algemene uitleg, definitie, formule en een aantal 'links' naar andere atomen staan. Vanuit het 'intro-scherm' kan dan worden doorgeklikt naar nadere toelichtingen in de vorm van teksten, grafieken, formules, animaties, simulaties of een combinatie van deze presentatievormen. Inhoudelijk bevatten de atomen in de kennisbasis definities, begrippen, regels, berekeningsvoorschriften, samenvattingen en overzichten. Bij deze laatste valt te denken aan een overzicht van datatypen, van de toepassingen van ongepaarde versus gepaarde proefopzetten, van de voorwaarden voor het gebruik van parametrische en nonparametrische toetsen, of bijvoorbeeld ook aan een gids bij het kiezen van een toets.

Technisch is de kennisbasis een multimediale database, waarin de aanwezige kennis is opgeslagen en eventueel kan worden aangepast onafhankelijk van de didactische aansturing door tutorials, oefendelen en zelftoetsen.

Tutorials, oefeningen, casussen en zelftoetsen worden gebundeld tot *modules*. Een module is een onderwijseenheid die zowel de presentatie, de verwerking als de toetsing van de leerstof omvat. Modules betreffen een hoofdstuk uit de statistiek, bijvoorbeeld univariate beschrijvende statistiek of lineaire regressie. Met elkaar vormen de modules de taakomgeving van het didactisch model beschreven in de vorige paragraaf.

In een *tutorial* worden de studenten ingeleid in de stof van een bepaald hoofdstuk van de statistiek. De stof wordt gepresenteerd in de vorm van een praktijkvoorbeeld, waardoor de studenten kennis maken met de statistiek in dezelfde vorm als waarin zij deze later zullen gebruiken. Niet alleen wordt zo de stap naar het toepassen van statistische kennis kleiner, maar ook wordt andere informatie opgeslagen dan bij meer op de theorie georiënteerd leren. Door diverse vormen van feedback, door aankleding en presentatie en door het toevoegen van spelelementen wordt een actieve en ondernemende houding uitgelokt.

Naast de tutorials zijn er onderdelen, gericht op het oefenen van diverse vaardigheden. De *oefenvragen* zijn relatief kleine, niet zo complexe vragen, al of niet in context gepresenteerd, waarmee vooral reproductieve en (reken)technische kennis wordt getraind. Het zijn min of meer gesloten vragen, waarvoor relatief eenvoudig een feedback-structuur te maken is. Daarnaast zijn er *casusopdrachten*, waarin, binnen een voor de student relevante context, een probleem wordt gesteld dat de student dient op te lossen. Casusopdrachten leren de student de leerstof toe te passen in authentieke probleemsituaties. Zij zijn erop gericht de student te trainen in de probleemoplossende leerstijl, die nodig is om aan het eind van de cursus de meeromvattende 'grote' casus te kunnen oplossen. Ter illustratie van de aanpak volgt hier een voorbeeld van een casusopdracht.

Mike presenteert zich via een video'tje als onderzoeker, die een apparaat voor de meting van zuurstof in bloed moet kiezen. Hij heeft 4 zulke apparaten op zicht van de fabrikanten en heeft met ieder van die apparaten proefmetingen gedaan bij 4 proefpersonen, ieder driemaal herhaald. Mike vraagt de studenten hem te helpen een apparaat te kiezen dat de eigenschappen juistheid en precisie in zich verenigt. De data worden gepresenteerd als de ruwe data plus daarbij de verschillende gemiddelden en standaardafwijkingen. Er is uiteraard één apparaat, dat beide kwalificaties verdient, de andere 3 zijn of niet juist, of niet



precies, of missen beide eigenschappen.

Een dergelijke opdracht vergt van de student de toepassing van meerdere vaardigheden: analyse van de probleemstelling, weten of opzoeken wat juistheid en precisie inhouden en hoe die worden gemeten door locatie- en spreidingsmaten, een vrij grote tabel interpreteren en de voor de oplossing van het probleem relevante getallen selecteren, een beslissing nemen over wat een geschikte schatting is van de juiste waarde van de bloedzuurstof van ieder van de 4 proefpersonen, een gemotiveerde keuze maken voor een apparaat en ten slotte evalueren of en waarom de keuze correct of niet correct is geweest. Bij een eerste, beperkte praktijkevaluatie lijken studenten met niet meer dan beschrijvende statistiek als kennisbaggage dit probleem met veel vallen opstaan wel aan te kunnen. Ze moeten dan licht gecoacht worden, doen het met zijn tweeën beter dan alleen en vinden het leuk en leerzaam.

Om de studenten de kans te geven zelf te controleren in hoeverre ze een bepaald onderwerp beheersen zal er voor elk onderwerp naast de tutorial en het oefendeel een *zelftoets* zijn. Deze zelftoets is representatief voor de onderwerpen van het betreffende hoofdstuk. In de zelftoets krijgt de student pas feedback nadat de gehele toets is afgelegd, waarna de eigen prestatie wordt vergeleken met die van de andere cursisten, uiteraard op geaggregeerd niveau. De zelftoets is een belangrijk sturend element, waarmee de student wordt gestimuleerd om regelmatig te studeren en pas verder te gaan met een volgend onderwerp als de voorgaande onderwerpen zijn verwerkt en begrepen.

Aan het eind van de cursus is er een vrij omvangrijke *geïntegreerde casus*. De geïntegreerde casus is module-overstijgend en beslaat de gehele leerstof. De casus is een realistisch, open geformuleerd praktijkprobleem, waaraan studenten, bij voorkeur in kleine groepjes, kunnen werken. De bedoeling is dat studenten hun eigen probleemaanpak kiezen. De informatie die nodig is om het probleem op te lossen moeten studenten zelf bij elkaar zoeken. De statistische kennis, die in de kennisbasis van COSO aanwezig is, kan aangevuld worden met kennis uit boeken, data kunnen op internet worden gezocht, achtergrondinformatie kan worden opgevraagd etc. De statistische methodologie wordt aldus op een praktijkgetrouwe manier toegepast.

Als een student bij het maken van oefenvragen of het werken aan een casusopdracht vragen of problemen heeft, kan hij op ieder willekeurig moment de hulp van de virtuele *coach* inroepen. De coach biedt *situationele* hulp en heeft een *verwijzende* en een *uitleggende* functie. De coach kan de student verwijzen naar aanvullende statistische informatie binnen of buiten COSO en concreet helpen bij het oplossen van een vraag door bijvoorbeeld statistische regels of formules te geven, de aandacht op bepaalde punten te vestigen of hulpvragen te stellen die tot het oplossen van de vraag kunnen bijdragen.

De coach helpt studenten dus *tijdens* het oplossen van vraagstukken en daarmee onderscheidt de coach-functie zich van de feedback-functie, die zorgt voor een reactie *nadat* het antwoord is gegeven. *Feedback* geeft de student informatie over juiste en onjuiste antwoorden, geeft een herkansing bij een fout antwoord, verwijst en legt uit. Feedback wordt gegeven bij alle onderdelen van COSO. Het is een activerend en stimulerend sturingsmechanisme. Ook bij de zelftoetsen zal een korte feedback opgenomen worden die de student informatie verschaft over de onderwerpen, die hij wel en niet beheerst.

## 5. Computerondersteund Onderwijs

Computerondersteund onderwijs (COO) is geen panacee tegen alle kwalen van het onderwijs, maar het bezit wel een aantal kenmerken, die het tot een veelbelovend hulpmiddel maken. Evenmin is het zo, dat het COSO-model, opgevat als didactische taakstelling, uitsluitend in de vorm van computerondersteund onderwijs kan worden gerealiseerd. De computer kan aan de klassieke doceer- en begeleidingsvormen echter wel het een en ander toevoegen.

In de eerste plaats kunnen de mogelijkheden van feedback en interactiviteit van de computer worden uitgebuit om tot een activerender type onderwijs te komen. De passieve, kennis-absorberende leerstijl van veel studenten kan worden ontmoedigd door hen te prikkelen met zelfstandige opdrachten, door gebruik te maken van spelelementen, door abstracte begrippen te visualiseren, door animaties te gebruiken etc. De multimediale mogelijkheden van de huidige generatie software maken het mogelijk om belangrijke begrippen en definities met behulp van meerdere elkaar ondersteunende hulpmiddelen te presenteren. De uitleg van een formule kan bijvoorbeeld worden ondersteund met een animatie en tegelijkertijd met een mondeling uitgesproken tekst. Alle activiteiten die de student onderneemt kunnen ondersteund worden met feedback, terwijl de op de achtergrond aanwezige, virtuele coach suggesties kan doen over te ondernemen activiteiten. Er ontstaat als het ware een dialoog tussen de student en het systeem.

Kenmerkende eigenschappen van moderne software als multitasking, hypertext en hyperlinks maken de leerstof multidimensioneel benaderbaar. De lineaire wijze waarop we gewend zijn om de oplossing van een probleem te beschrijven is weinig realistisch. De werkelijkheid is per definitie 'fuzzy', de problemen worden niet helder gepresenteerd, maar gevat in een chaotische context van redundante en storende feiten en gebeurtenissen. Ook onze eigen oplossing voor een nieuw probleem vinden wij niet lineair, maar tastenderwijs, zoekend en probeerend. De computer kan een 'probleemruimte' creëren die multidimensionaal is in de zin, dat het probleem langs verschillende invalswegen kan worden gepresenteerd, benaderd en opgelost. (Ambrose, 1991) Deze multidimensionaliteit is het meest wezenlijke aspect van wat in het onderwijskundig jargon wel de 'contextualisatie' van het onderwijs wordt genoemd. Men bedoelt ermee, dat de stof (hier de statistiek) wordt gepresenteerd in de context van een concreet probleem, dat ontleend is aan de werkelijkheid van het vak waarin de statistiek wordt toegepast. In het onderwijs kan dat, behalve bij een stage, alleen maar een gesimuleerde werkelijkheid zijn. Multimediaal onderwijs biedt de mogelijkheid om die gesimuleerde werkelijkheid levendiger en authentieker te maken. Dat vergroot niet alleen de interesse van de student, maar ook de opbrengst van de instructie, omdat kennis geen lege huls blijft, maar direct wordt gerelateerd aan de oplossing van realistische problemen.

Multimediaal onderwijs is minder gebonden aan de persoon van een enkele docent. Omdat de productie van dergelijk onderwijs kostbaar is en de medewerking van diverse experts vergt, zal de conceptualisatie van de didactische opzet, de selectie van vakinhoudelijk materiaal, de formulering van leerdoelen en de vakdidactische vormgeving met grote zorg plaatsvinden. Dat bevordert een hoge kwaliteit, die bovendien stabiel is en geen maandagmorgen dips kent.

De dagelijkse taak van de docenten zal veranderen. Traditioneel contactonderwijs zal zeker niet verdwijnen, maar wel in omvang verminderen of door nieuwe vormen van contactonderwijs worden vervangen. Daardoor zal de docent minder onderwijs 'geven' en meer onderwijs gaan 'ontwerpen'. Belangrijker is nog dat de taakhoud van de docent zal verschuiven van het overdragen van kennis naar het begeleiden en managen van het onderwijsproces.

De geringere docentafhankelijkheid van computerondersteund onderwijs heeft ook een



sociaal-maatschappelijk aspect. Het gebruik van computerondersteund onderwijs is immers ook in tijd en plaats uiterst flexibel. Studenten kunnen overal studeren op tijdstippen, dat het hun schikt, zodat studeren en werken, om wat voor redenen daarvoor dan ook wordt gekozen, eenvoudiger te regelen is. (Nikolova en Collis, 1998) De onderwijsorganisatie heeft minder inroosteringsproblemen en kan volstaan met het ter beschikking stellen van ruimte en computers. Die computerruimtes zullen bewaakt moeten zijn en ruime openingstijden moeten hebben. Omdat studenten naar verwachting 'individueel' studeren niet zullen opvatten als 'alleen' studeren, zal de inrichting zodanig moeten zijn, dat werken en overleggen in kleine groepen mogelijk en aantrekkelijk is.

## 6. Het Interfacultair Kernprogramma Statistiek (IKS)

In het COSO-project participeren sterk van elkaar verschillende universitaire faculteiten en instellingen voor hoger beroepsonderwijs, die voor wat betreft de statistische inhoud verschillende wensen hebben. In het Interfacultair Kernprogramma Statistiek (IKS) is gezocht naar een gemeenschappelijke noemer. Algemene uitgangspunten van het IKS zijn, dat het COSO-pakket zo flexibel mogelijk moet zijn en dat bij de behandeling van ieder onderwerp voldoende vóórkennis aanwezig is bij de studenten.

In het IKS wordt daarom onderscheid gemaakt tussen een hoofdstroom en een zijstroom. Onderwerpen in de hoofdstroom bouwen voort op reeds behandelde onderwerpen in de hoofdstroom, maar niet op die uit de zijstroom. De zijstroom kan dus gebruikt worden als verdieping van de hoofdstroom, als achtergrond bij de hoofdstroom of om onderwerpen te behandelen die specifiek voor een studierichting zijn. Samengevat behandelt de hoofdstroom het gemeenschappelijk onderwijsprogramma en de zijstroom de bijzondere wensen van de deelnemers aan COSO.

Bij het vaststellen van het programma (zie tabel 1) zijn enkele keuzes gemaakt. Zo worden de begrippen correlatie en regressie door verscheidene studierichtingen geïntroduceerd bij de behandeling van het strooi- of spreidingsdiagram in het hoofdstuk beschrijvende statistiek. Andere studierichtingen doen dat pas later bij de behandeling van regressie en correlatie. Het onderwerp beschrijvende statistiek is dusdanig groot dat het over meerdere modules moest worden verdeeld.

De kansrekening wordt door sommige studierichtingen beschouwd als vóórkennis en dus ook niet meer behandeld. Daarnaast bestaat de indruk dat op de kansrekening minder de nadruk wordt gelegd. Gekozen is daarom voor één algemene module die voor alle studierichtingen geschikt is. De Bayes-regel en de diagnostische testen, die voor Geneeskunde en Diergeneeskunde van belang zijn, zullen in een aparte kleine module in de zijstroom worden behandeld.

Het onderdeel kansvariabelen is opgesplitst in twee delen. Er komt een algemene module over steekproeven waarbij eventueel een link kan worden gelegd met de module algemene methodologie. Daarnaast komt er een module kansverdelingen waarin niet alleen de algemene begrippen worden behandeld, maar ook de binomiale en de normale verdeling en de samenhang tussen deze verdelingen. De andere kansverdelingen worden alleen in de kennisbasis opgenomen of zoals de chi-kwadraatverdeling, de t-verdeling en de F-verdeling bij het onderwerp toetsen en schatten behandeld.

Toetsen en schatten is een groot en belangrijk onderdeel dat opgesplitst wordt in 6 deelmodules. Toetsen en schatten kan vanuit drie gezichtshoeken worden bekeken: continue versus discrete variabelen, parametrische versus nonparametrische toetsen of profopzetten

Tabel 1. Interfacultair Kernprogramma Statistiek. h = hoofdstroom, z = zijstroom, bhi = betrouwbaarheidsinterval.

Module	Statistiek onderdeel			Inhoud
1	Algemene methodologie	h		rol van de statistiek in onderzoek, typen onderzoek, variabiliteit, precisie en juistheid, typen gegevens
2a	Beschrijvende statistiek	h	univariaat	tabellen en diagrammen, frequentieverdelingen, maten voor locatie en spreiding
2b		h	bivariaat	kruistabel, strooidiagram, correlatie en regressie
2c		z	associatie	phi coëfficiënt, Cramers V, Kappa, Kendall's tau, Spearman's rangcorrelatie, $h^2$
3a	Kansrekening	h	algemeen	begrip kans, onafhankelijkheid, voorwaardelijke kansen, som/productregel
3b		z		Bayes-regel en diagnostische toetsen
4	Steekproeven	h		aselecte steekproef, steekproefgemiddelde en -variantie, standaardfout, SEM
5	Kansverdelingen	h		kansvariabele, kansverdeling, kansdichtheid, verwachtingswaarde, binomiale en normale verdeling
6a	Schatten en toetsen	h	algemeen	algemene redenering, nul- en alternatieve hypothese, fout eerste en tweede soort, overschrijdingskans, betrouwbaarheidsinterval (bhi)
6b+d		h	continu	toetsen van gemiddelde en variantie bij 1 en 2 (gepaarde of ongepaarde) steekproeven, bhi
6c+e		h	discreet	toetsen van proportie(s) bij 1 en 2 (gepaarde of ongepaarde) steekproeven, bhi
6f		h	rx c tabel	onafhankelijkheid, associatie, goodness-of-fit
6b+c+d+e	Nonparametrische methoden	h		wanneer deze methode, tekentoets, Wilcoxon rangtekentoets, Wilcoxon Mann-Whitney
7	Variantie analyse	z		algemeen begrip, one-way model met multiple comparisons, Kruskal-Wallis
8a	Regressie/Correlatie	h	algemeen	doel van de regressie, model, schatten van regressiecoëfficiënten incl. bhi en toetsen, correlatiecoëfficiënt met toets, $R^2$
8b		z	specifiek	voorspellingen incl bhi, niet-lineariteit, residu-analyse, ANOVA tabel



met één versus die met twee groepen. Daarbij komt dat niet alle faculteiten alle toetsen behandelen. De non-parametrische methoden worden bijvoorbeeld door slechts vier van de zeven faculteiten behandeld. Binnen het COSO-pakket wordt daarom ook een algemene module over toetsen en schatten gemaakt met daarnaast vijf specifieke modules, die niet naar elkaar verwijzen. Docent en student hebben dan de vrijheid de modules in iedere volgorde te doorlopen of over te slaan.

Ook variantie analyse wordt niet door alle faculteiten behandeld. Daarom zal in de zijstroom een module worden opgenomen, die zich beperkt tot één-weg variantie analyse (incl. contrasten) en de Kruskal-Wallis toets. Regressie- en correlatie-analyse is weer opgesplitst in twee delen. Het eerste algemene deel is bestemd voor alle studierichtingen. Het tweede deel behandelt enige meer specifieke onderwerpen.

## 7. Conclusies

Het COSO-project is begin 1998 in het stadium van de realisatie gekomen. De vaste kern van het project bestaat uit een statisticus, een onderwijstechnoloog en twee (part-time) programmeurs en wordt inhoudelijk aangestuurd door docenten statistiek en door onderwijskundig adviseurs. Voor de huisvesting is er een ruime studio, waarin ook plaats is voor vormgevers, stagiaires en werkstudenten, die tijdelijk bij het project worden betrokken. Er is een projectbureau voor het beheer en een coördinator.

Voor de uitvoering van het COSO-project moet nauw worden samengewerkt tussen verschillende disciplines en tussen belanghebbende faculteiten en instellingen. De bestuurlijke verantwoordelijkheid berust bij een stuurgroep, de grote inhoudelijke lijnen worden door de projectgroep vastgesteld. De uitvoering vindt modulegewijs plaats, waarbij voor iedere module dezelfde stappen zijn gedefinieerd: het statistisch ontwerp, het didactisch ontwerp, het script en het voorlopige eindproduct. Aan systematische evaluatie wordt veel aandacht besteed. De relatief lange duur van het project (tenminste 3 jaar) maakt het mogelijk om de resultaten van de evaluatie van de eerste producten te benutten om het ontwerp van latere onderdelen te sturen. Bij die evaluatie zijn docenten en studenten uiteraard nauw betrokken: in feite vindt implementatie in stappen plaats, waarbij docenten en studenten tegelijkertijd gebruiker, proefpersoon en beoordelaar zijn.

Iedere nieuwe technologie wordt in eerste instantie aangewend om oude taken efficiënter uit te voeren. Pas na enige tijd wordt duidelijk, dat de nieuwe technologie eigen mogelijkheden heeft, waarmee nieuwe doelen kunnen worden bereikt. Dat geldt zeker ook voor de toepassing van multimediale ICT in het onderwijs. Voor een relatief omvangrijk project als het COSO-project brengt dat met zich mee, dat aan de ene kant de doelen en verwachtingen zo goed mogelijk moeten worden gedefinieerd, maar dat aan de andere kant voldoende ruimte moet blijven bestaan om nog onverwachte toepassingen van de IC-technologie uit te vinden. Het maken van computergestuurd statistiekonderwijs is geen doel op zichzelf. Zoals alle onderwijs dient het vooral onderwijsvormen te ontwikkelen, die competentiegericht, ontdekkend en zelfstandig leren door de studenten mogelijk maken. De verwachting is, dat de computertechnologie daarvoor nieuwe instrumenten in huis heeft, waarvan het optimale gebruik evenwel nog moet worden ontdekt.

**Referenties**

Ambrose D W (1991) The Effects of Hypermedia on Learning; a literature review. In: Educational Technology, december 1991, 51-55

Lkoundi A en Van Woerden W (1997) Ontwerpen van cases. Leren van praktijkgevallen. Wolters-Noordhoff, Groningen

Erskine JA Leenders MR and Mauffette-Leenders LA (1981) Teaching with cases. University of Ontario, London, Canada

Nikolova I and Collis B (1998) Flexible learning and design of instruction. British Journal of Educational Technology, 29, 1, 59-72

van Vilsteren P Hummel H Kirschner P en Wigman M (1997) Het verwerven van competenties bij de Open Universiteit. Onderwijstechnologisch expertisecentrum Otec, Open Universiteit, Heerlen

Vermunt JDHM (1992) Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs - Naar procesgerichte instructie in zelfstandig denken. Academisch Proefschrift, Katholieke Universiteit Brabant, Lisse: Swets & Zeitlinger

Vermunt JDHM (1994) Leerstijlen en leerstrategieën van studenten: recente onderzoeksgegevens. VELON Tijdschrift, 15, 3, 8-15

Ontvangen: april 1998  
Geaccepteerd: januari 1999