

## **(Mac)Leistat: Computerondersteund statistiekonderwijs aan eerstejaars psychologiestudenten in Leiden**

**Ben Kneefel  
Rien van der Leeden**

### **Samenvatting**

Leiden kent een lange traditie op het gebied van computerondersteund statistiekonderwijs aan eerstejaars psychologiestudenten. Een ontwikkeling van ruim 20 jaar leidde tot een pakket genaamd MacLeistat. MacLeistat werd oorspronkelijk ingegeven door de wens om computergebruik te integreren in het statistiekonderwijs en de traditionele werkgroepen te vervangen. In de kern was het pakket een gecomputeriseerd opgavenboek. Door het oplossen van opgaven waarin een statistisch probleem was verwerkt werd de gebruiker geacht te laten zien dat statistische theorie en vaardigheden werden beheerst. Aanvankelijk had het pakket daarmee een louter "practice-and-drill"-karakter, waarbij impliciet werd aangenomen dat de gebruiker zich ook theorie en vaardigheden eigen maakte door het oplossen van statistische opgaven. Geleidelijk echter werden de onderwijsfuncties verbreed en uitgebreid, bijvoorbeeld door het toevoegen van simulaties en extra uitleg. Het accent kwam zodoende niet meer alleen te liggen op het correct kunnen oplossen van de toetsopgaven, maar ook meer expliciet op het leren van de toepassing van statistische principes en het probleemoplossen zelf. MacLeistat werd ontwikkeld in Authorware Professional en draait op Apple Macintosh computers in een lokaal netwerk.

---

Vakgroep Methoden en Technieken van Psychologisch Onderzoek  
Departement Psychologie, Faculteit Sociale Wetenschappen, Rijksuniversiteit Leiden  
Postbus 9555, 2300 RB Leiden

tel: 071-5273761/5273762

e-mail: [kneefel@rulfsw.leidenuniv.nl](mailto:kneefel@rulfsw.leidenuniv.nl)

## 1. Inleiding

Leiden kent een lange traditie op het gebied van computerondersteund statistiekonderwijs (COS) aan eerstejaars psychologiestudenten. Midden jaren zeventig ging het initiatief ertoe uit van Moonen (1978). De centrale vraag voor hem was op welke wijze computergebruik kon worden geïntegreerd in het statistiekonderwijs. Op basis van zijn onderzoek kwam de "oer-versie" van een pakket voor COS tot stand, genaamd Leistat. Leistat werd ontwikkeld met behulp van de programmeertaal APL (A Programming Language, zie bijv. Gilman, 1991), de op dat moment meest geëigende taal voor interactieve toepassingen in een multi-useromgeving, en draaide op het centrale mainframe van de Leidse Universiteit. Traditioneel bestonden eerstejaarscursussen uit een hoorcollege aangevuld met werkgroepen. In het statistiekonderwijs ging Leistat de werkgroepen vervangen in de vorm van een geïndividualiseerd practicum. Ook werd een deel van het tentamen per computer afgenomen.

Jarenlang, tot begin jaren negentig, bleef de opzet van het eerstejaars statistiekonderwijs – hoorcollege en Leistat – ongewijzigd. Hoofdzakelijk door veranderingen in de computer-infrastructuur kreeg Leistat een nieuwe impuls. Decentralisatie van computerfaciliteiten, de geleidelijke afbouw van de mainframecomputer en de beschikbaarheid van steeds krachtiger kleine systemen maakten de implementatie van Leistat op personal computers in een lokaal netwerk wenselijk en noodzakelijk. Op basis van Leistat werd MacLeistat ontwikkeld in de zogenaamde "open-auteursomgeving" Authorware Professional (zie bijvoorbeeld Hooper, 1998). MacLeistat draaide op Apple Macintosh computers. Het pakket, de naam zegt het al, was een voortzetting van het gedachtegoed van Moonen, maar had ook een verbreding van de onderwijsfuncties tot doel. Tevens werd een aantal veranderingen doorgevoerd in de inrichting van het eerstejaars statistiekonderwijs. Zo werden de individuele MacLeistat-sessies omgevormd tot werkgroepbijeenkomsten onder begeleiding van een studentassistent en veranderde de plaats die MacLeistat had binnen het tentamen.

Met de invoering van het bindend studieadvies, nu twee jaar geleden, werd de opzet van het eerstejaars psychologie-onderwijs drastisch gewijzigd. Onder andere werden het statistiekonderwijs en het onderwijs in Methoden en Technieken van onderzoek geïntegreerd tot één cursus Inleiding in de Methodologie en Statistische Technieken. Als gevolg van deze onderwijsherstructurering verdween MacLeistat (tijdelijk) uit het programma. De behoefte aan computerondersteuning bij statistiek en methodologie bleef echter bestaan. Het ligt daarom in de lijn der verwachting dat MacLeistat in de nabije toekomst overeenkomstig zal worden geherstructureerd, en dat het pakket in uitgebreide en verbrede vorm zal terugkeren in het curriculum.

Dit artikel gaat over MacLeistat in de versie zoals die tot twee jaar geleden beschikbaar was voor eerstejaars psychologiestudenten. Eerst worden de uitgangspunten en onderwijskundige principes besproken van de oorspronkelijk Leistat-versie omdat deze overgenomen werden in MacLeistat. Vervolgens komen uitbreidingen en aanvullingen hierop aan de orde die bij de implementatie van MacLeistat een rol speelden. De structuur van MacLeistat wordt beschreven en we gaan in op de gebruikte ontwikkelomgeving (programmeertaal). Verder worden de organisatorische aspecten van het werken met MacLeistat



beschreven, de plaats die het pakket had binnen de cursus statistiek en de manier waarop er mee werd gewerkt. We besluiten met een paragraaf over de verwachte ontwikkelingen, hun achtergrond en verdere bespiegelingen.

## 2. Uitgangspunten van COS in Leiden (Leistat)

Het basisidee achter Leistat was vooral pragmatisch van aard: men zocht oplossingen voor in het onderwijs gesignaleerde problemen en ging na in hoeverre aanpassingen tot een meer gewenste situatie zouden leiden. Moonen (1978, blz. 4) onderscheidde drie problematische factoren waar het statistiekonderwijs al reeds lang mee te kampen had:

1. Bij de aanvang van de studie, wanneer ook het statistiekonderwijs begint, beseffen studenten nog niet het belang van wetenschappelijk onderzoek in hun opleiding.
2. De grote aantallen studenten en onvoldoende didactische kwaliteiten van docenten verhinderen dat studenten gestimuleerd worden hun zelfvertrouwen te ontwikkelen.
3. De heterogeniteit van de studentenpopulatie bemoeilijkt een uniforme begeleiding.

Om de eerste twee factoren aan te pakken moesten volgens Moonen cognitieve en affectieve doelstellingen worden bereikt. Cognitieve doelstellingen betroffen het verwerven van kennis en inzicht, het volgens richtlijnen toepassen hiervan in (onderzoeks)situaties en het verwerven van probleemoplossend vermogen in het algemeen. Het willen bereiken van deze doelstellingen bepaalde globaal de inhoud van het onderwijs: studenten moesten een empirisch onderzoekje met toepassing van statistiek kunnen uitvoeren en een wetenschappelijk artikel kritisch kunnen lezen.

Affectieve doelstellingen hadden met name betrekking op het versterken van zelfvertrouwen. Dit moest vooral bevorderd worden door de student tot zelfwerkzaamheid te motiveren. De nadruk op zelfwerkzaamheid en het aanleren van cognitieve strategieën, samen met het ontwikkelen van een positieve attitude ten aanzien van het vak statistiek, werden verondersteld in onderlinge samenhang een ontwikkeling in gang te zetten die de student in staat stelde zijn eigen leerprocessen beter te organiseren. Volgens Moonen (1983, blz. 43) was dit een eerste stap tot zelfstandig leren en het kunnen oplossen van meer complexe problemen.

Het probleem van uniforme begeleiding bij een heterogene studentenpopulatie werd aangepakt door het onderwijs te individualiseren. Hiervoor was de computer bij uitstek geschikt. Het leren door middel van het maken van opgaven, c.q. het oplossen van statistische (deel)problemen en het verkrijgen van uitleg hierover, werd verplaatst van werkgroep naar interactief computerprogramma. Studenten konden vervolgens oefenen in hun eigen tempo, samen met hun eigen toetsenbord en beeldscherm, in plaats van dit groepsgewijs te (moeten) doen in een voor ieder gelijk tempo. Verder liet deze opzet studenten in principe vrij wat betreft de hoeveelheid tijd die ze er aan wilden besteden. De mogelijkheid om per computer individuele studievorderingen bij te houden maakte verdere individualisering mogelijk, bijvoorbeeld door het uitvoeren van tussentijdse toetsen of het automatisch aanbieden van remediërend onderwijs.

De boven beschreven uitgangspunten van COS in Leiden waren vooral pragmatisch van aard. Zij leidden hoofdzakelijk tot een verbetering van de inrichting van het onderwijs. De

relatie met echte onderwijskundige principes, c.q. leertheorieën, bleef oppervlakkig en indirect. De aandacht die Moonen in zijn onderzoek hieraan gaf beperkte zich tot het formuleren van drie functies van het onderwijs die aansluiten bij modellen voor informatieverwerking door het korte en lange termijngeheugen. Deze onderwijsfuncties hadden betrekking op selectieve aandacht, verwerving en terugkoppeling (Moonen & Gastkemper, 1983, blz. 49).

De eerste onderwijsfunctie betrof het vestigen van aandacht op de inhoud en het nut van de gestelde cognitieve leerdoelen. Deze leerdoelen dienden zo precies mogelijk te omschrijven wat de student zich aan het eind van de cursus moest hebben eigen gemaakt. De tweede onderwijsfunctie betrof het activeren van studenten. Dit moest gebeuren door een aantrekkelijke presentatie van de leerstof en het creëren van een gelegenheid ermee te oefenen. Goed beschouwd waren dit twee vertrouwde functies die het onderwijs (in het algemeen) al veel langer typeerden. De derde onderwijsfunctie was daarom de meest interessante: deze betrof een evaluatie van individuele studievorderingen, bijvoorbeeld door deze tussentijds te toetsen, en het aanbieden van remediërend onderwijs om geconstateerde tekorten te compenseren. Uit het empirisch onderzoek van Moonen kwam naar voren dat men op dit punt de begeleiding beter kon individualiseren met behulp van een computer dan dit in werkgroepsvorm te proberen.

De hier geschetste uitgangspunten leidden tot de ontwikkeling van het COS-pakket Leistat. Het pakket ging de werkgroepen statistiek vervangen. Leistat werd geprogrammeerd in de voor die tijd "hoge" programmeertaal APL, een taal die in (voor die tijd) hoge mate geschikt was voor interactieve toepassingen. Het pakket draaide op de centrale mainframecomputer en studenten konden er mee werken via op die mainframe aangesloten (grafische) terminals. Studievorderingen en andere benodigde administratie werden in het centrale systeem bijgehouden. Samenvattend kan de "oer-versie" van Leistat omschreven worden als een gecomputeerd "opgavenboek", waaruit studenten in hun eigen tempo, in een zelf gekozen volgorde, en zolang als wenselijk, konden werken. De stof werd hiervoor opgesplitst in een reeks van nauw omschreven leerdoelen. Bij ieder leerdoel waren een aantal opgaven beschikbaar waar desgewenst eindeloos op kon worden gevarieerd. Men kon Leistat daarmee ook kenmerken als een "practice and drill"-systeem.

De bovengenoemde evaluatieve functie werd nagestreefd door het desgewenst aanbieden van stapsgewijze uitleg bij de opgaven (remediërende functie). Verder was het de bedoeling om bij voldoende beheersing van de stof toetsopgaven op te lossen die vrijstellend waren voor een deel van het eindtentamen (evaluatie van individuele studievorderingen). De leerdoelen werden daartoe gegroepeerd in tien gebieden, ieder met een eigen toetsopgave (in Leistat terminologie: taak). Deze bestond uit een willekeurig gekozen opgave, behorend bij een reeds geoefend leerdoel uit het betreffende gebied.

### 3. Uitgangspunten van MacLeistat

Zoals in de inleiding werd gesteld kreeg Leistat een nieuwe impuls door veranderingen in de computerinfrastructuur. Het werd noodzakelijk om Leistat te implementeren op personal computers in een lokaal netwerk. Omdat een rechtstreekse conversie van de APL-versie niet



goed mogelijk bleek werd besloten tot het programmeren van een nieuwe versie in de "open-auteursomgeving" Authorware Professional (op het gebruik van deze programmeeromgeving wordt nader ingegaan in paragraaf 5). Als platform werd voor de Apple Macintosh gekozen vanwege de grafische oriëntatie van deze computer en de gebruikersvriendelijke-interface. De Authorware-versie van Leistat draaiend op Macintoshes kreeg de naam MacLeistat. In eerste opzet werd het gedachtengoed van Moonen eenvoudigweg voortgezet. Het gebruik van Authorware (zie ook paragraaf 5) maakte het echter ook mogelijk om een aantal in de loop van de tijd als wenselijk naar voren gekomen veranderingen en uitbreidingen op relatief eenvoudige wijze te realiseren.

Het oorspronkelijke "practice-and-drill"-karakter van Leistat hield in dat feitelijk veel nadruk lag op het toetsen van reeds verworven statistiekkennis, opgedaan door zelfstudie, het volgen van colleges en zelfs door daadwerkelijke voorbereiding op de Leistat-opgaves met behulp van voorbeeldopgaven. Was deze kennis niet voldoende aanwezig – zo was de redenering – dan werd deze door de uitlegfuncties van Leistat aangevuld en kon opnieuw een evaluatie plaatsvinden door het oplossen van dezelfde opgave met andere getallen of van een variant-opgave met betrekking tot hetzelfde probleem. Dit proces kon naar keuze eindeloos worden herhaald. Dat de gebruiker zich ook theorie en vaardigheden eigen kon maken door het oplossen van statistische opgaven bleef in deze opzet meer impliciet.

Bij de nieuwe opzet van MacLeistat werd gekozen voor meer nadruk op de "practice"-kant van de oorspronkelijke benadering. Tot dan toe steunde de courseware vooral op toetsing (het geven van het goede antwoord) en evaluatie (wat ging er fout en waarom). In de nieuwe opzet werd het leren door middel van het oplossen van statistische problemen veel meer benadrukt, door uitbreiding van het evaluatiedeel, toevoeging van simulatie/animatie en het beschikbaarstellen van veel meer statistische informatie binnen het pakket. Verder werd het aantal leerdoelen uitgebreid ten opzichte van Leistat, door de totale hoeveelheid stof van het eerstejaars statistiekonderwijs in MacLeistat onder te brengen (Leistat betrof oorspronkelijk alleen het deel inferentiële statistiek; met het deel beschrijvende statistiek werd in collegevorm begonnen). Ook werd een module toegevoegd waarin op basis van de te kennen stof de individuele studievorderingen werden bijgehouden. Dit stelde de student in staat om een eigen leerweg te plannen. Tenslotte werd een poging gedaan de communicatie tussen student en docent te verbeteren door het invoeren van een elektronische postbus. Studenten konden zich hiermee, eventueel anoniem, rechtstreeks tot de docent wenden met vragen en opmerkingen en de docent kon hierop weer reageren.

De meeste veranderingen en uitbreidingen die in het nieuwe MacLeistat werden verwerkt, kunnen schematisch worden ingepast in vier fasen van leren die de geleidelijke accentverschuiving in de richting van leren door "practice" beschrijven. Deze fasen worden hieronder kort toegelicht. In paragraaf 4, waarin de structuur van MacLeistat wordt beschreven, worden meer concrete voorbeelden gegeven.

#### *(1) Toetsing van reeds verworven kennis*

Deze eerste fase reflecteert het klassieke principe waarbij een student na gedegen voorbereiding een poging doet een door de computer voorgelegde opgave correct te beantwoorden. Lukt dit

niet dan volgt een evaluatie van de gemaakte fout(en). De oorspronkelijke “uitleg” in Leistat werd hiertoe uitgebreid tot twee niveau’s: (1) op het niveau van afgeleide leerdoelen die eerst bereikt moeten worden voor het oorspronkelijke leerdoel kan worden bereikt. Voor dit doel werden “tussenvragen” gesteld; (2) op het niveau van elementaire, theoretische kennis. Hiertoe werden echte kennisvragen gesteld. Iedere opgave werd in principe aangeboden als een meerkeuze-vraag om aansluiting te vinden bij het schriftelijk tentamen. Om studenten enige tentamenervaring te geven werd ook de mogelijkheid geboden een proeftentamen per computer af te leggen. De rol die Leistat had bij de toetsing van de stof, c.q. het eindtentamen, bleef, maar kreeg de vorm van een bonusregeling.

Voor de totale courseware geldt dat de oorspronkelijke Leistatopgaven werden geherformuleerd in overeenstemming met de volgende beslismomenten:

- (a) welk stelsel van hypothesen moet hier worden onderzocht;
- (b) welke steekproefgrootte heeft de voorkeur en is de steekproevenverdeling ervan bekend;
- (c) wat is het gewenste significantieniveau (eventueel met in achtname van de power van de toets);
- (d) welke waarden van de steekproefgrootte geven aanleiding tot verwerping van de nulhypothese?

### *(2) Begeleid toepassen van reeds verworven kennis*

Studenten blijken het altijd weer moeilijk te vinden om kennis toe te passen in concrete gevallen. Het kwam dus geregeld voor dat een gebruiker niet wist hoe een voorgelegde opgave – een onderzoeksprobleem met daarin verwerkt een statistisch probleem – moest worden aangepakt. Om zelfredzaamheid en zelfstudie te bevorderen werd extra informatie toegevoegd over (1) wat het onderwerp en de essentie waren van de opgave, en (2) waar men de benodigde theorie in de bij de cursus gebruikte literatuur kon vinden. Een ander hulpmiddel dat werd toegevoegd is een op het betreffende probleem toegesneden begrippenlijst. Hierin werden alle voor het probleem relevante begrippen bij elkaar gezet en theoretisch verduidelijkt.

### *(3) Leren in de situatie: het zich ter plekke eigen maken van de stof*

Bij een voorgelegde opgave kan een gebruiker ook kiezen voor de strategie om direct “uitleg” te vragen en het statistische probleem op deze wijze te exploreren. Naar keuze kon dit eindeloos herhaald worden, gebruikmakend van andere getallen voor dezelfde opgave, of andere inkleding van hetzelfde probleem. Ook (zie ook onder (1)) voor dit doel werd het “uitleg”-traject aanmerkelijk uitgebreid en verdiept. Zo ontstond een systeem van verschillende lagen met verdiepingstappen waarin de gebruiker één tot meerdere keren “meer uitleg” kan vragen. Zowel tekst als grafieken en diagrammen werden aan de uitleg toegevoegd.

Ten behoeve van het exploreren van het uitlegtraject werd extra informatie toegevoegd. Deze informatie betreft de extra informatie over de opgave en de begrippenlijst (zie ook onder (2)) en kan naar keuze door de gebruiker worden geraadpleegd. Daarnaast werden een aantal (kans)tabellen aan de courseware toegevoegd. Hiervoor hoeft de gebruiker dus geen boeken meer te raadplegen.



#### *(4) Experimentele verdieping*

Naar verwachting zullen simulatie en animatie explorerend leren bij uitstek ondersteunen. In het oorspronkelijke Leistat ontbrak iedere vorm van experiment. Om dit in MacLeistat aan te kunnen bieden werd aan de courseware een reeks simulatiemodules toegevoegd, genaamd "basisoefeningen". Met deze basisoefeningen kunnen studenten op eigen initiatief een aantal statistische principes nader uitproberen en verder inzicht verwerven. Met behulp van animaties werd getracht de presentatie zo aantrekkelijk mogelijk te maken.

## **4. Structuur van MacLeistat**

Tot twee jaar geleden was het eerstejaars statistiekonderwijs voor Leidse psychologiestudenten gebaseerd op (de laatste editie van) het handboek van Hays (1994). Bij de eerste opzet van Leistat werd de hiervoor uit (de toenmalige editie van) Hays geselecteerde stof opgesplitst in een groot aantal nauw omschreven leerdoelen, binnen de courseware aangeduid met "doelstellingen". Deze opzet werd in MacLeistat overgenomen. Het stelsel van doelstellingen gaf studenten houvast omdat hiermee precies omschreven was welke stof voor het tentamen moest worden gekend. Tevens definieerde het de basisstructuur van MacLeistat waarin ieder leerdoel vertaald was tot afzonderlijk op te lossen opgaven. Een opgave werd weer "ingekleed" in de vorm van een psychologisch onderzoeksprobleem.

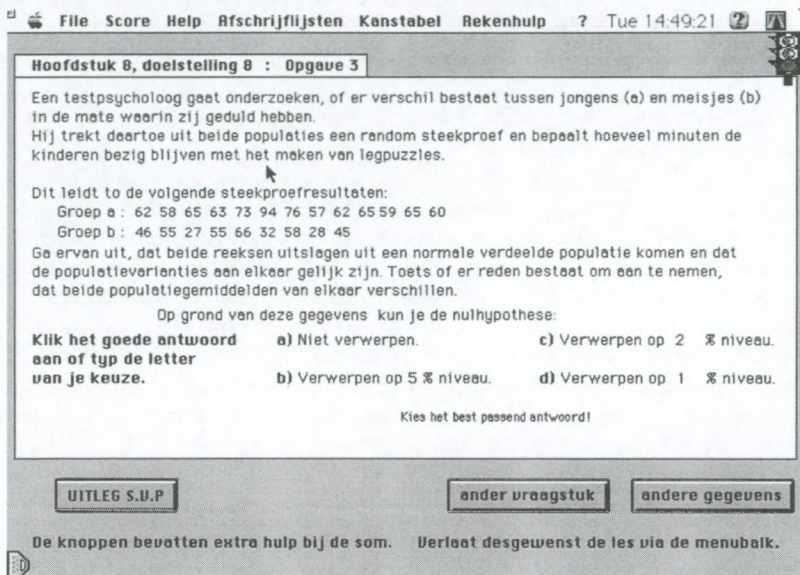
Vanuit het huidige MacLeistat-hoofdmenu waarin de verschillende leerdoelen nog eens omschreven zijn, kan de student zelf kiezen met welke opgave begonnen wordt. De schermafdruck in Figuur 1 geeft een voorbeeld van een opgave. Van iedere opgave zijn een klein aantal inkledingingen beschikbaar (zie in Figuur 1 de button "ander vraagstuk"). Om te oefenen kan de gebruiker een zelfde opgave (dezelfde inkleding) herhaald opvragen (en oplossen) met nieuwe door de computer aselekt gekozen getallen (zie in Figuur 1 de button "andere gegevens").

Blijkt iemand achter de computer niet in staat het goede antwoord te geven (de voortgangstoetsing) dan probeert MacLeistat na te gaan waar de kennis hapert (remediërend onderwijs) via een soort foutenonderzoek. Dit gebeurt op twee niveau's. Ten eerste via zogenaamde afgeleide doelstellingen en ten tweede op het elementaire niveau van kennis en begrip. Afgeleide doelstellingen betreffen vragen die tijdens het proces van probleemoplossen beantwoord moeten worden.

Neem als voorbeeld de doelstelling bij de opgave in Figuur 1, die betrekking heeft op het kunnen uitvoeren van een t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven. Afgeleide doelstellingen, met bijbehorende (tussen)vragen gepresenteerd op nieuwe schermen, zouden kunnen gaan over het kunnen opstellen van de nulhypothese bij dit probleem of het kunnen berekenen van de toetsstatistiek. Op het niveau van elementaire kennis en inzicht zou de student eventueel gevraagd kunnen worden op wat voor theoretisch principe de t-toets is gebaseerd.

Bij de opgave in Figuur 1 is de vraag of de twee groepen significant van elkaar verschillen. In plaats van rechtstreeks te vragen naar de exacte overschrijdingskans (de p-waarde) in dit geval, is de vraag als "multiple choice"-vraag geformuleerd. Er zijn vier

antwoordmogelijkheden, en er wordt gevraagd naar het best passende alternatief: niet verwerpen van de Nulhypothese, dan wel verwerpen op een zeker significantieniveau: 5%, 2%, 1%. Voor deze benadering is gekozen omdat die aansluit op het schriftelijk tentamen waar het gebruik van meerkeuze-vragen gangbaar is.



Figuur 1: Voorbeeld van een MacLeistat-opgave

Vanuit de menubalk is bij iedere opgave op te vragen op welke doelstelling de opgave betrekking heeft (waar de opgave eigenlijk over gaat) en in welke paragrafen van Hays de betreffende stof te vinden is. Een op het probleem afgestemde begrippenlijst is eveneens vanuit de menubalk op het scherm te krijgen.

Ook zonder ook maar enig antwoord te geven kan een gebruiker direkt "Uitleg" vragen door de betreffende button aan te klikken. Onder deze optie wordt de uitlegstrategie stap voor stap gepresenteerd. Bij iedere stap wordt enige informatie verstrekt gevolgd door een tussenvraag. Weet men het antwoord niet, dan is met een klik "Meer uitleg" te verkrijgen. Meestal is dit een enkele verdiepingstap, maar soms is ook op hetzelfde niveau "Nog meer uitleg" naar het scherm te halen. Uiteindelijk resulteert dit in het antwoord dat past bij de eerdere tussenvraag. Men kan het antwoord ook eerst uitproberen en het van de reactie "goed" of "fout" laten afhangen of alsnog "meer uitleg" wordt gevraagd. Op ieder moment echter kan de volgende uitlegstap worden opgevraagd. In de laatste stap van het uitlegpad wordt als sluitstuk het antwoord op de hoofdvraag gegeven.

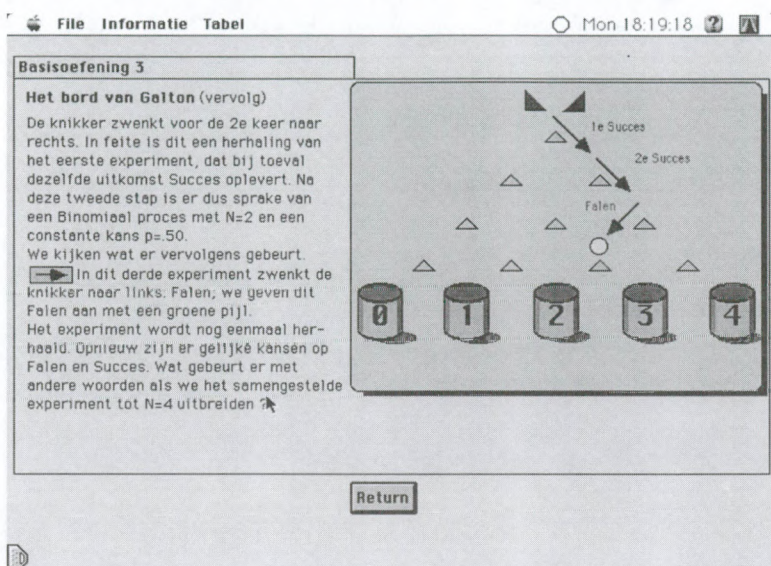
In het uitlegtraject wordt waar nodig van grafieken en diagrammen gebruik gemaakt om de behandelde theorie te verduidelijken. Ook is Hays niet langer nodig voor het raadplegen van



een kanstabel omdat deze via de menubalk ter beschikking staat.

Het uitlegtraject, samen met de tussenvragen, wordt in principe ook gebruikt voor het genereren van het eerder beschreven foutenonderzoek dat MacLeistat start na een foutief antwoord op de hoofdvraag. Het verschil is alleen dat het hier in gang gezet wordt op eigen verzoek van de gebruiker.

De basisoefeningen zijn eveneens onder het hoofdmenu ondergebracht. In de laatste versie van MacLeistat waren hiervan achttien versies beschikbaar. Een voorbeeld van een probleem waarop een basisoefening is gebaseerd betreft de vraag: "Wat is toeval?" De student wordt een quasi-tentamen voorgelegd en moet eerst gokkend proberen hiervoor een voldoende te halen. De gokkans is daarbij op te hogen. Door elke vraag van een antwoordsuggestie te voorzien, stijgt de gokkans naar meer realistisch waarden, bijvoorbeeld naar 60%. De bedoeling is hierbij dat de gebruiker een "gevoel" ontwikkelt voor binomiale kansen.



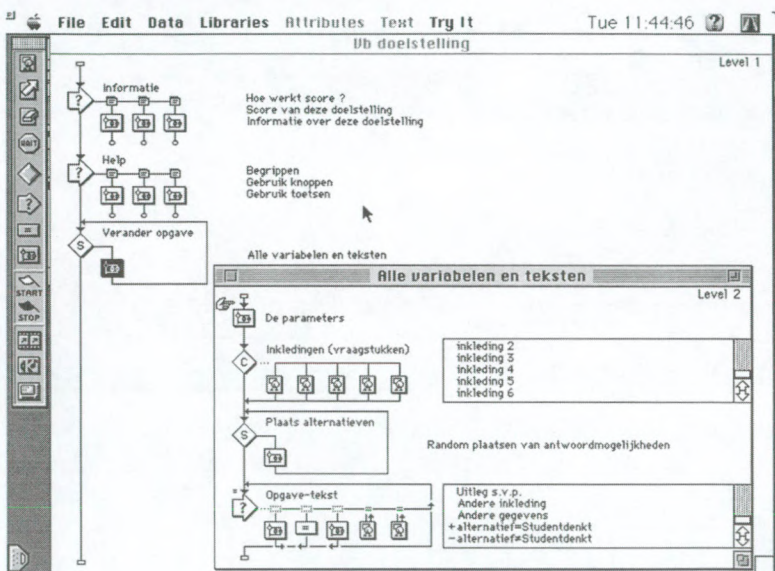
**Figuur 2: Basisoefening 3: Bord van Galton**

Basisoefening 3 die het principe van binomiale kansen meer theoretisch probeert te onderbouwen is geïllustreerd in Figuur 2. Hierbij wordt de werking van het bord van Galton gedemonstreerd door achtereenvolgens een aantal knikkertjes daadwerkelijk – in een simulatie en animatie – langs een spijkerbord naar beneden te laten rollen. Tegelijkertijd worden de uitkomsten bijgehouden en van commentaar voorzien.

## 5. De toepassing van Authorware Professional

De “open-auteursomgeving” Authorware Professional is een veel gebruikt pakket voor het programmeren van “courseware”. Het is een erg aantrekkelijke programmeeromgeving vanwege het letterlijk “open” karakter. Met betrekkelijk geringe programmeervaardigheden kan snel hoogwaardige courseware geschreven worden. De programmatuur is en blijft daarmee goed toegankelijk voor de betreffende docent en het systeem wordt niet, althans in veel mindere mate, afhankelijk van “echte” programmeurs. Zelfs het beheer van het systeem kan op eenvoudige wijze door de docent worden uitgevoerd.

Het gebruik van een auteursstaal biedt een zeer gebruikersvriendelijke manier om courseware te ontwikkelen. Figuur 3 illustreert hoe dit in zijn werk gaat aan de hand van een klein onderdeel van MacLeistat.



Figuur 3: Een schermafbeelding van Authorware

Figuur 3 geeft een schermafbeelding van Authorware weer. De figuur betreft een onderdeel dat (een deel van) de basisstructuur van MacLeistat genereert, namelijk opties voor menubalk en keuze voor te maken opgaven. De in Figuur 3 getoonde menubalk bevat zelf dus opties (in de vorm van rolmenus) behorend bij Authorware. In de figuur is te zien hoe men in de ontwerpfase de structuur van het leerprogramma vastlegt met behulp van een stroomdiagram. Dit stroomdiagram komt tot stand door het plaatsen van iconen uit het palet (links in de figuur) op de lijn die de stroomrichting weergeeft. In een later stadium wordt deze structuur “gevuld”. Deze invulling kan in principe vele vormen hebben, variërend van alleen toelichtende tekst tot ingewikkelde



interacties met de courseware-gebruiker waarbij responsen moeten worden gegeven. Ikonen zelf kunnen ook weer toegang geven tot andere stroomdiagrammen waardoor een geneste structuur ontstaat (in Authorware aangeduid met Level 1, 2, 3, etc.).

In het palet kan worden gekozen voor een aantal verschillende typen iconen. Elk type vervult een specifieke functie. Het icoon "Informatie" bijvoorbeeld, heeft de gedaante van een pijl. Zo'n icoon nodigt de student uit tot het maken van een keuze. Hier betreft het een rolmenu dat wordt aangemaakt in de courseware, en dat tijdens de gehele opgave ter beschikking is. Het staat daarom vooraan in het programma. De keuze betreft in dit geval drie mogelijkheden. Als de courseware-gebruiker een van deze mogelijkheden kiest verschijnt een volgend, extra scherm in beeld dat de aangekondigde informatie geeft. Hetzelfde geldt voor het tweede rolmenu "Help" dat ook een plaats in de menubalk van de courseware krijgt.

Het derde icoon "Verander opgave" op dezelfde stroomlijn ("Level 1", zie rechtsboven in de figuur), wijst erop dat de inhoud van de "map" "Alle variabelen en teksten" meer dan eens doorlopen wordt. Deze map bevat een "loop" die het mogelijk maakt om varianten van dezelfde opgave bij herhaling aan te bieden met steeds andere gegevens of een gewijzigde vraagstelling. Dieper in de structuur van de opgave komt men door het openen van deze map. "Aanklikken" resulteert in het getoonde stroomdiagram op "Level 2".

In de eerste map "Parameters" wordt met behulp van een of meer rekeniconen (deze geven het Level 3) de in de opgave te gebruiken dataset voorbereid. In de volgende stap wordt één van de zogenaamde "presentatie"-iconen met de tekst van de opgave geselecteerd. In principe worden opgaven gepresenteerd in de vorm van meerkeuzevragen. Daarom volgt een "loop" waarin de antwoordalternatieven in willekeurige volgorde op het scherm worden geplaatst. Tenslotte wordt de courseware-gebruiker geacht een respons te geven (via de muis of via het toetsenbord). Naast de mogelijke antwoordalternatieven zijn er ook nog andere opties, zoals het vragen van uitleg over de opgave.

Stroomdiagrammen, iconen en de invulling die er aan gegeven wordt, nemen samen de plaats in van de traditionele programmeertaal. Naar analogie van het "compileren" van een programmeertaal, wordt dit geheel door Authorware "gepackaged" tot een zelfstandige applicatie die door een coursewaregebruiker kan worden gerund.

## 6. Organisatorische aspecten van het werken met MacLeistat

Tot twee jaar geleden had MacLeistat een tweeledige functie binnen de cursus statistiek voor eerstejaars psychologiestudenten. Ten eerste werd het pakket gebruikt in wekelijkse practica van anderhalf uur onder begeleiding van een studentassistent. Deze practicumssessies liepen parallel met 32 hoorcolleges van twee uur, gegeven in een periode van 16 weken. Bijwonen van de practica was verplicht gesteld en fungeerde als toegangseis voor het eindtentamen. Niet voldoen aan de opkomstplicht betekende het maken van extra opgaven om hieraan te voldoen.

Om de voortgang te toetsen en enige externe druk op de voorbereiding te leggen, begon iedere practicumssessie met het maken van een opgave die aansloot op de stof die thuis was bestudeerd. De resterende tijd werd besteed aan het individueel werken met MacLeistat. De

studentassistenten gaven zonodig een korte groepsgewijze toelichting op de theorie en waren verder ter beschikking voor individuele ondersteuning. Over het geheel genomen maakten zo'n 300 studenten per cursus 23000 opgaven. Buiten de practicumsessies om konden studenten via een elektronische postbus met de docent communiceren.

Van elke opgave die men maakte zonder eerst de uitleg opgevraagd te hebben, hield de computer bij of de respons goed of fout was. Een te raadplegen overzicht van deze resultaten bood de student houvast bij het beoordelen van de mate waarin de stof werd beheerst. Over de individuele vorderingen, dat wil zeggen over prestaties en oefentijd, werd tussendoor gerapporteerd aan de tutor (bij psychologie functioneert sinds drie jaar een tutorsysteem voor eerstejaars studenten).

De tweede manier waarop MacLeistat werd ingezet, was door studenten de gelegenheid te geven buiten de practicumtijden om computers te reserveren voor zelfstudie. Omdat hiervan veelvuldig gebruik werd gemaakt, werd de reserveringslijst vanuit het MacLeistat-hoofdmenu toegankelijk gemaakt. In de menubalk werd vervolgens aangegeven of een student met een gereserveerde computer aan het werk was.

Zoals uitgelegd in paragraaf 3 had MacLeistat ook een functie met betrekking tot het eindtentamen. Hiertoe bestond de mogelijkheid om toetsopgaven (taken) te maken. De in totaal 49 doelstellingen werden opgesplitst in tien taakgebieden. Meende een student de vier of vijf verschillende typen opgaven te beheersen die tot een taakgebied behoorden, dan kon de met dit taakgebied corresponderende toetstaak worden opgeroepen. De computer koos aselekt één van de betreffende opgaven en liet deze vooraf gaan door een theorievraag. Wist men de antwoorden hierop niet, of werden foutieve antwoorden gegeven, dan bestond er per toetstaak één herkansing.

In de oorspronkelijke opzet van Leistat waren de taken vrijstellend voor een deel van het eindtentamen, en fungeerde Leistat als een essentieel onderdeel hiervan. De meeste studenten ervoeren Leistat daardoor als zeer belastend en stress-vol. Bovendien bracht het de noodzaak tot min of meer permanente controle en surveillance met zich mee. Om MacLeistat weer meer een ontspannen practicumkarakter te geven, werd besloten om practicum en tentamen los te koppelen. De vrijstellingsregeling werd daarom vervangen door een bonusregeling. Op basis van het resultaat behaald met de toetstaken kon een (relatief) laag tentamencijfer enigszins worden opgehoogd. Om fraude toch zoveel mogelijk uit te sluiten konden taken uitsluitend tijdens practicumsessies gemaakt worden, omdat bij die gelegenheden een lichte vorm van controle/surveillance door de studentassistenten mogelijk was. Verder werden de verrichtingen tijdens het maken van de taken in een individueel MacLeistat-document bijgehouden. Om het regelmatig studeren te bevorderen werden toetsopgaven aan tussentijdse vervaldata gebonden. Naarmate de cursus vorderde waren steeds minder taken toegankelijk.

Via de module "Proeftentamen" konden studenten zich voorbereiden op het eindtentamen. Bij dit proeftentamen kreeg men successievelijk de opgaven voorgeschoteld behorend bij tien willekeurig gekozen leerdoelen. Gaf men een foutief antwoord dan werd vermeldt welk leerdoel dit betrof. De opgaven in het proeftentamen werden op eenzelfde manier gepresenteerd als de taken. De echte toetsing van de stof vond uiteindelijk plaats op het eindtentamen. Hierbij werden de opgaven eveneens op overeenkomstige wijze gepresenteerd.



Naast het genoemde boek van Hays werden een aantal syllabi voor zelfstudie vervaardigd. Voorbeelden hiervan zijn het "Toetsenboek bij Hays" (Kneefel, 1991) en het "Hulpboek bij Leistat" (Den Brinker, 1992). Samen met Hays konden deze syllabi door studenten naar wens worden geraadpleegd tijdens het maken van opgaven en taken. Bij het eindtentamen mocht alleen het "Hulpboek bij Leistat" niet gebruikt worden vanwege de gedetailleerde beschrijving van de MacLeistat-opgaven en hun uitlegtraject.

In het laatste jaar dat MacLeistat operationeel was, draaide het pakket op 24 Apple Macintoshes (type LCIII) in een computerklas. Deze computers werden in een lokaal netwerk bediend door een Macintosh server (type Power Macintosh 9500) en konden gebruik maken van een laserprinter. De courseware zelf was geïnstalleerd op de server. Op de Macintoshes in de computerklas was alleen een besturingsmodule geïnstalleerd. MacLeistat draaide in de laatste versie onder Apple's System 7.1.

## 7. Discussie

Vanuit het standpunt van de student gezien heeft (Mac)Leistat gedurende vele jaren een waardevolle bijdrage geleverd aan het eerstejaaronderwijs in de statistiek. Dit werd geïllustreerd door Attema (1996, 1997), die de statistiekcursus evalueerde in de laatste twee studiejaar dat MacLeistat werd gebruikt ('95-'96 en '96-'97). Enig cijfermateriaal over de cursus '96-'97: van de 236 studenten die aan het tentamen deelnamen, vulden 220 studenten de vragenlijst in. Zij gaven de cursus een rapportcijfer van zeven. Slechts 13% beweerde van de cursus weinig geleerd te hebben. In vergelijking met de andere "leerwegen", zoals het hoorcollege, was men de mening toegedaan dat MacLeistat het meeste hielp bij de voorbereiding op het tentamen: 64% stelde zelfs dat MacLeistat "erg veel" geholpen had en 19% meende dat dit "veel" was (8% antwoordde "noch veel, noch weinig" en slechts 6% vond van "niet" of "in het geheel niet"). Inderdaad bleek dat studenten die geen gebruik maakten van Leistat over het algemeen slecht voorbereid waren op het tentamen. Van de 370 studenten die aan de cursus begonnen, maakte 30% geen gebruik van MacLeistat. Van deze 112 studenten nam 31% (35) deel aan het tentamen en slechts 8% (9) haalde een voldoende. Van degenen die MacLeistat gevolgd hadden legde 85% het tentamen na afloop af; van deze 220 studenten kreeg 64% een voldoende. Er kan dus gerust gesteld worden dat studenten over het algemeen tevreden waren met het computerondersteunde onderwijs en er veel baat bij hadden.

Ook vanuit het standpunt van de docent heeft (Mac)Leistat altijd een zinvolle rol gespeeld binnen de statistiekcursus. De wat betreft voorkennis en vaardigheden sterk heterogene groep eerstejaarsstudenten Psychologie, kon met het pakket op een adequatere manier bediend worden dan met de traditionele werkgroepen. Enerzijds gebeurde dit in begeleide practicumssessies waarin naast een voor ieder gelijk theoretisch deel (van kleine omvang) en een toets, individueel geoefend kon worden. Anderzijds was er buiten de practicumuren voor studenten praktisch ongelimiteerd werken met MacLeistat mogelijk. Hiervan werd ook ruimschoots gebruik gemaakt: ruim 50% van de studenten werkte gedurende de cursus 3 uur of langer per week met het programma.

Het gebruik van Authorware bracht een aanzienlijke mate van flexibiliteit in de courseware. Veel meer dan bij gebruik van traditionele programmeertalen, waarvoor meer technische kennis en behendigheid is vereist, was het mogelijk nog tijdens de cursus veranderingen aan te brengen. Doordat de docent in hoge mate zelf in staat was de courseware te vervaardigen en te onderhouden konden extra modules of nieuwe opgaven eenvoudig ingebouwd worden. Ook in de sfeer van communicatie met de student of administratie van resultaten waren dergelijk ingrepen eenvoudig te realiseren.

Het gebruik van Authorware bracht daarmee ook een aanzienlijke reductie in ontwikkeltijd van de courseware en een besparing op menskracht. Doordat de docent in principe zelf de courseware produceerde, bleek het veel minder noodzakelijk om een echt "ontwikkelteam" te formeren (bijvoorbeeld bestaande uit docenten, onderwijskundigen en programmeurs).

Aanvankelijk verving (Mac)Leistat de werkgroepen statistiek en bespaarde aldus op de inzet van personeel. Ook in de periode dat MacLeistat werd gebruikt in begeleide practicumssessies werd voldoende ondersteuning gevonden met de inzet van studentassistenten in plaats van volledig gekwalificeerde stafleden. Het is niet verbazend dat vanuit kostenbesparend gezichtspunt dit aspect ook altijd interessant gevonden werd van de zijde van het bestuur en het beheer.

Ondanks alle besproken positieve kanten aan het gebruik van MacLeistat in het eerstejaars statistiekonderwijs aan Leidse psychologiestudenten, werd het pakket bij aanvang van het studiejaar '97-'98 wel uit het curriculum geschrapt. Een integratie van het onderwijs in de methoden en technieken van onderzoek en de statistiek was hiervan de oorzaak. Een en ander illustreert wel de kwetsbaarheid van een dergelijk studieonderdeel waar toch jarenlang veel tijd (menskracht) en geld (o.a. apparatuur) in werden geïnvesteerd. In principe geldt dit natuurlijk voor alle mogelijke studieonderdelen die veranderen of verdwijnen moeten als gevolg van onderwijsvernieuwing. De investeringen in COO zijn echter, ondanks de reductie in voor ontwikkeling benodigde menskracht, over het algemeen toch aanmerkelijk omvangrijker dan die worden gedaan in "traditioneel" onderwijs.

In Leiden is de verwachting wel dat MacLeistat niet definitief verdwenen is. De ontwikkelingen op het gebied van Probleem Gestuurd Onderwijs (PGO) laten een hernieuwde belangstelling voor COO zien. Een voorbeeld hiervan is het Utrechtse COSO-project (Wynne, z.j.), een breed opgezet PGO-project op het terrein van de statistiek dat computerondersteuning beoogd in de vorm van zogenaamde "casus-opdrachten". De verwachting bestaat dat ook in Leiden initiatieven zullen worden genomen voor het ontwikkelen van PGO ten behoeve van het onderwijs in de statistiek en de methoden en technieken van onderzoek. Deze bieden mogelijkwerwijs de gelegenheid om MacLeistat in eventueel aangepaste vorm weer een plek te geven binnen het eerstejaars curriculum.



## Literatuur

- Attema, N. (1996). *Evaluatieverslag propadeuse statistiek onderwijs 1995-1996*. Universiteit Leiden, Vakgroep Methoden en Technieken van Psychologisch Onderzoek. Interne publicatie.
- Attema, N. (1997). *Evaluatieverslag propadeuse statistiek onderwijs 1996-1997*. Universiteit Leiden, Vakgroep Methoden en Technieken van Psychologisch Onderzoek. Interne publicatie.
- Gilman, L. (1991). *APL, An Interactive Approach*. Melbourne, Fl: Krieger Publishing Company.
- Hays, W.L. (1994). *Statistics (5th ed.)*. Orlando, Fl: Harcourt Brace College Publishers.
- Hooper, S. (1998). *Authorware: An Introduction to Multimedia Design (2nd ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kneefel, B. (1991). *Toetsenboek bij Hays*. Universiteit Leiden, Vakgroep Methoden en Technieken van Psychologisch Onderzoek. Interne publicatie.
- Moonen, J.C. (1978). *Computergestuurd onderwijs: een onderzoek naar de mogelijkheden tot geïntegreerd gebruik van een computergestuurd systeem in een statistiekkurrikulum*. Leiden: Proefschrift.
- Moonen, J. (1983). LEISTAT: een computergestuurd statistiekprogramma. In J. Moonen en F. Gastkemper (Ed.) *Computergestuurd onderwijs* (pp. 210-231). Utrecht: Het Spectrum.
- Moonen, J. & Gastkemper, J. (1983). Vragen over computergestuurd onderwijs. In J. Moonen en F. Gastkemper (Ed.) *Computergestuurd onderwijs* (pp. 13-138). Utrecht: Het Spectrum.
- Wynne, H.J. (z.j). *Het COSO-Project: Computer Ondersteund Statistiek Onderwijs*. Concept.

Ontvangen: juni 1998

Geaccepteerd: januari 1999

