

Individuele Studie Systemen

L. H. BRAAK, *Afdeling Werktuigbouwkunde TH Eindhoven*

R. F. VAN ROOKHUIZEN, *Onderwijs Research Centrum KTH Tilburg*

A. J. SANDERS, *Faculteit der Geneeskunde en Tandheelkunde KU Nijmegen*

Samenvatting

Geleidelijk aan beginnen in het wetenschappelijk onderwijs de Individuele Studie Systemen terrein te winnen. Steeds meer docenten presenteren hun onderwijs als een ISS. Evaluatiegegevens van verschillende ISS-kursussen wijzen er op dat dit onderwijs efficiënter en effectiever verloopt dan in het gangbare onderwijssysteem. De positieve resultaten zijn te danken aan het toepassen van een aantal onderwijskundige principes, waaronder 'mastery learning' en regelmatige terugkoppeling. Voor het realiseren is het van belang dat de leerstof overzichtelijk en hiërarchisch geordend wordt en dat er objectieve toetsprocedures beschikbaar zijn.

Een ISS-kursus brengt een groot aantal administratieve activiteiten met zich mee; het heeft vele voordelen deze activiteiten te automatiseren met behulp van een computer. De computer kan ook ingezet worden voor de verwerking van de in een cursus verzamelde gegevens. Op grond van de resultaten van die verwerking kan de cursus geoptimaliseerd worden.

1. Achtergronden en kenmerken

1.1 Ontwikkelingen in het wetenschappelijk onderwijs
Het feit dat de aantallen studenten in het wetenschappelijk onderwijs tot voor kort sterk groeiden heeft gevolgen gehad voor o.a. de organisatie van het onderwijs. Verschillende onderwijsactiviteiten zijn strakker geprogrammeerd: tentamens worden schriftelijk afgenomen op tevoren vastgestelde tijdstippen; deelname aan werkkolleges en praktika is strak gereguleerd. Voor de student betekende deze ontwikkeling dat de tijd geen parameter meer is die hij zelf volledig kan instellen. In dit opzicht worden hem grote beperkingen opgelegd. Met verschillen tussen studenten, in het bijzonder verschillen in studietempo, wordt in dit type programmering van het onderwijs weinig of geen rekening gehouden. Het onderwijsproces en het

leerproces voor de individuele student kan in veel gevallen niet meer op elkaar worden afgestemd (Plomp, 1974). Om dit afstemmingsprobleem te doorbreken werden een aantal individualiserende activiteiten, zoals differentiatie in onderwijsvormen en studiebegeleiding aan individuele studenten, ondernomen. Hoewel studenten in het algemeen deze activiteiten positief waardeerden, bleken ze op zich onvoldoende. Er ontstond behoefte aan een systeem, waarin expliciet met verschillen tussen studenten rekening gehouden wordt en waarin iedere student kan studeren op een wijze die bij hem past.

1.2 Onderwijskundige ontwikkelingen

In de USA heeft groeps- (klassikaal) onderwijs al veel eerder plaats moeten maken voor individueel gericht onderwijs. Toen in Nederland deze ommekeer zich begon in te zetten werden in de USA al op grote schaal geïndividualiseerde kursussen ingevoerd. Daar zijn het vooral een aantal onderwijskundige ontwikkelingen geweest die hiertoe hebben geleid:

Geprogrammeerde instructie

Skinner heeft op grond van zijn operant konditioneringsmodel regels geformuleerd voor de programmering van instructie (Skinner, 1968). De toepassing van deze regels heeft geleid tot de zogenaamde 'lineaire geprogrammeerde instructie'.

Deze leerprogramma's hebben een tweetal basiskenmerken:

- de leerstof is opgedeeld in kleine stapjes (schakels); elke schakel bevat een hoeveelheid leermateriaal die door de student bestudeerd wordt;
- nadat de student het antwoord gegeven heeft volgt onmiddellijk het goede antwoord (versterking).

Gewoonlijk is in elke schakel een open plaats gereserveerd voor het invullen van het antwoord. Na het invullen daarvan wordt het juiste antwoord onmiddellijk getoond. Het onmiddellijk aanbieden

van het juiste antwoord is de versterking (reinforcement).

Mastery Learning Strategie

Bloom e.a. (1968) hebben de principes van de geprogrammeerde instructie, verdeling van de leerstof en onmiddellijke terugkoppeling, gekombineerd met het School Learning Model van Carroll tot de 'mastery learning strategie'. Carroll's model gaat ervan uit, dat het nivo behaald door een student op een taak, een functie is van de tijd die werkelijk aan die leertaak besteed wordt en de tijd die nodig is om de leertaak volledig te leren beheersen. De werkelijk bestede tijd is afhankelijk van: de toegestane tijd en de door de student geleverde inspanning. De benodigde tijd is afhankelijk van: de aanleg van de student, de kwaliteit van de instructie en het vermogen van de student om de instructie te begrijpen. Al deze factoren, die met elkaar interacteren, bepalen de studieprestaties van de student (voor een uitvoerige bespreking van het model van Carroll wordt verwezen naar H. Kramers-Pals e.a., 1973).

De mastery learning strategie is ontworpen om zowel de docent als de student regelmatig informatie te verschaffen over de voortgang van het onderwijs-respectievelijk het studieproces. Wanneer in deze voortgang storingen optreden kunnen korrigerende maatregelen getroffen worden.

De mastery learning strategie van Bloom laat zich als volgt beschrijven.

De totale hoeveelheid leerstof van een cursus wordt verdeeld in eenheden. Elke eenheid is gedefinieerd door een aantal doelstellingen en vormt een afgerond geheel.

De leerstof van een eenheid wordt in eerste instantie klassikaal onderwezen. Hierna wordt een toets afgenomen met een vooraf vastgestelde hoge norm. Als studenten de norm niet behalen worden extra onderwijsprocedures toegepast. Geprobeerd wordt de meest effectieve procedure voor elke student afzonderlijk te vinden.

Enkele procedures zijn:

- in een kleine groep (2 tot 3 studenten) kunnen de resultaten van de toets doorgenomen worden en kan men elkaar bijwerken;
- de docent kan hulp bieden o.a. door het geven van informatie over de gekonstateerde tekortkomingen;
- de student kan worden geadviseerd om een gedeelte van de leerstof aan de hand van andere studieboeken of ander studiemateriaal, opnieuw te bestuderen.

Hierna wordt weer een toets afgenomen en dit alles wordt zonodig herhaald tot 'mastery' is bereikt. Dan pas wordt met de volgende eenheid begonnen. Wanneer alle eenheden op deze wijze zijn doorlopen wordt een eindtoets afgenomen, die een representatie is van de geformuleerde kursusoelen. Op basis van deze eindtoets kunnen beoordelingen (b.v. cijfers) worden gegeven.

Voor- en nadelen

In het gangbare onderwijssysteem van kolleges - zelfstudie - afsluitend tentamen vindt vrijwel geen bijsturing van het studieproces van de individuele student plaats. Tijdens het leren wordt niet nagegaan of de student het spoor eventueel bijster is geraakt. Op een gegeven moment wordt alleen beoordeeld of het studieproces van de student geleid heeft tot het bereiken van de door de docent geformuleerde doelstellingen. De student is hierin geslaagd of heeft gefaald. De student kan hooguit, wanneer hij heeft gefaald, de totale leerstof nog eens opnieuw bestuderen en het tentamen overdoen in de hoop dat hij er dan wel voor slaagt.

In het Skinneriaanse model van de geprogrammeerde instructie vindt daarentegen een overdreven manier van sturing plaats. De totale hoeveelheid leerstof wordt in een zeer groot aantal schakels gepresenteerd. Per schakel wordt een zeer kleine hoeveelheid informatie aangeboden. Bovendien wordt de informatie zodanig gepresenteerd, dat het te geven antwoord er a.h.w. dwingend uit volgt, want voorkomen dient te worden dat de studenten foute antwoorden kunnen geven. Het is begrijpelijk dat dit model door de 'over-simple, over-managed and over-controlled use of reinforcement' weinig of geen toepassing in het wetenschappelijk onderwijs heeft gevonden (Erickson, 1972).

In de mastery learning strategie is een eenheid vele malen groter dan een schakel in de geprogrammeerde instructie. Elke eenheid wordt afgesloten met een toets. Voortgang naar de volgende eenheid is geoorloofd na gebleken 'mastery'. In deze strategie vindt frekwente bijsturing van het studieproces plaats, en niet de overdreven sturing van de geprogrammeerde instructie.

Onderzoek naar de resultaten van de mastery learning strategie (Bloom, 1968, 1974; Block, 1971) geven aan dat deze strategie belangrijke effecten heeft op zowel de cognitieve als de affectieve ontwikkeling van de studenten. In vergelijking met het traditionele onderwijs blijkt dat met de mastery learning strategie veel meer studenten de door de docent vastgestelde norm behalen. Bovendien leidt deze strategie er dikwijls toe dat studenten een

grotere interesse ten opzichte van de behandelde leerstof aan de dag leggen en meer gemotiveerd raken om verder te studeren. Belangrijke factoren in dit verband kunnen zijn: de nadruk die op samenwerking gelegd wordt, de persoonlijke aandacht voor de voortgang van de studie van elke student en het zelfvertrouwen dat groeit bij succesvolle studieresultaten.

1.3 Individuele Studie Systemen (ISS)

De laatste jaren zijn in Nederland, maar vooral in de USA, voor het wetenschappelijk onderwijs systemen gekonstrueerd, waarmee de mastery learning strategie op effectieve wijze gerealiseerd kan worden. In Nederland worden dergelijke systemen Individuele Studie Systemen (ISS) genoemd, omdat de onderwijsactiviteiten zich vooral richten op regelmatige bijsturing van het studieproces teneinde een volledige beheersing van de leerstof te bewerkstelligen. Deze ISS-en worden gekarakteriseerd door een viertal kenmerken, die hierna worden besproken.

- *Individualisering naar tempo.* Studenten verschillen in de hoeveelheid tijd die ze nodig hebben voor het leren beheersen van een leertaak*. Daarom is het ongewenst alle studenten op dezelfde, van te voren vastgestelde, tijdstippen van hetzelfde onderwijs te voorzien en te toetsen. Het ligt meer voor de hand dat een student op grond van zijn eigen tempo zelf kan bepalen wanneer hij onderwijs wil ontvangen en een toets wil afleggen. In een ISS kunnen dan ook op ieder gewenst moment de aangeboden onderwijsmaterialen en -procedures door studenten gebruikt worden en toetsen worden afgelegd.

Uit verschillende evaluatiegegevens blijkt dat veel studenten dit kenmerk van een ISS positief waarderen. Daarentegen zijn er ook studenten die met de geboden vrijheid moeilijkheden hebben en die hun studie in een ISS uitstellen. Voor deze studenten zou het een oplossing kunnen zijn indien er sprake zou zijn van een minimum tempo, d.w.z. indien studenten verplicht worden na een aantal weken een bepaald aantal eenheden met goed gevolg te hebben afgelegd.

* Ook zou er rekening gehouden kunnen worden met andere verschillen tussen studenten, b.v. verschillen in voorkeur voor onderwijsvormen en onderwijsmateriaal. Hieraan kan tegemoet worden gekomen door differentiatie aan te brengen in onderwijsmaterialen en -procedures.

Hiermee wordt het 'eigen tempo' wel enigszins geweld aangedaan. Er zou ook gedacht kunnen worden aan een 'expeditie-kontrakt' (De Groot, 1972).

- *Verdeling van de leerstof in een samenhangende verzameling van eenheden.* Voor een cursus moeten de doelstellingen geformuleerd worden zodanig dat een konkretisering ervan mogelijk wordt in observeerbare en meetbare gedragingen. Ook vindt een leerstofanalyse plaats om een logische structuur te verkrijgen in die zin dat aangegeven wordt uit welke eenheden de cursus bestaat en in welke volgorde deze eenheden gepresenteerd dienen te worden. De cursusstructuur die op deze wijze ontstaat heeft een aantal voordelen, o.a. krijgt de student inzicht in de onderlinge samenhang van de eenheden en kunnen docenten onderling taken gaan verdelen.

- *Toepassing van het mastery principe.* 'Mastery' houdt in dat een student een eenheid volledig dient te beheersen, alvorens hij met de volgende eenheid mag beginnen. In concreto betekent dit dat een student alle vragen over een eenheid goed moet beantwoorden, mits die vragen zo gekozen zijn dat ze een representatie vormen van de geformuleerde doelstellingen. Rommes (1974) laat zien dat bijvoorbeeld voor kennisreproductie de 100 % eis wel gesteld kan worden. Betreft het hogere cognitieve doelstellingen, zoals het toepassen van regels of het ontdekken van regels, dan kan aan deze eis nauwelijks voldaan worden. De hoogte van de absolute norm wordt dus mede bepaald door de aard van de doelstellingen.

Een veel gehoorde kritiek op dit principe als uitgangspunt voor de inrichting van het onderwijs is dat er geen onderscheid meer bestaat tussen 'goede' en 'slechte' studenten, immers bijna alle studenten bereiken de norm. In het onderwijs wordt zo'n diskriminatie nog steeds verlangd; cijfers moeten gegeven worden.

Dientengevolge wordt wel eens de tijd die een student nodig heeft om de leerstof te leren beheersen en de hoeveelheid begeleiding die hij tijdens zijn studie nodig heeft, op de een of andere manier bij de beoordeling betrokken. Hiertegen dient bezwaar aangetekend te worden, omdat studenten vrij zijn gebruik te maken van de geboden mogelijkheden. Er zijn andere mogelijkheden om onderscheid te maken tussen 'goede' en 'slechte' studenten. Een ISS-cursus kan bijvoorbeeld afgesloten worden met een eindtoets, of in een ISS-cursus kan uitgegaan worden van een minimum nivo, d.i. elke student moet ten-

minste een van tevoren vastgestelde hoeveelheid leerstof op een gedefinieerd nivo beheersen. Daarnaast kan de gelegenheid geboden worden om meer kennis te leren beheersen of reeds verworven kennis op een hoger nivo te brengen. Dit 'meer' aan kennis zou tot uiting kunnen komen in de beoordeling.

- *Systematische terugkoppeling.* Door de student frekwent te informeren over zijn vorderingen en tekorten is het mogelijk om het studieproces tijdig bij te sturen. Het frekwent informeren geschiedt aan de hand van toetsen over de eenheden. Op het moment dat een student van mening is dat hij de stof van een eenheid voldoende beheerst, kan hij dit controleren door een toets te maken. Bij een toetsresultaat gelijk aan of boven de gestelde norm kan de student met de volgende eenheid beginnen. Wanneer het resultaat niet aan de norm voldoet worden op basis van de gegeven antwoorden de tekorten opgespoord, die met extra onderwijsprocedures kunnen worden weggewerkt.

2. Leerstofstructurering

In elke vorm van onderwijs wordt leerstof gestructureerd. In een ISS wordt voor het vaststellen van de omvang van de leerstof niet uitgegaan van beschikbare onderwijstijd maar van de door de student benodigde studietijd.

De structurering van de leerstof wordt afgeleid uit de samenhang die in de leerstof aanwezig is: de leerstof wordt geordend in een aantal min of meer afgeronde eenheden. De inhoud van een eenheid is gegroepeerd rondom een belangrijk geacht principe of theorie of is gericht op de verwerving van een bepaalde (manuele) vaardigheid. De eenheden kunnen hiërarchisch geordend worden. Dit behoeft geenszins te resulteren in een lineaire sekwentie van eenheden, maar kan een kursusschema opleveren waarin lineaire en parallelle ordening van de eenheden voorkomt, waardoor hoofd- en nevenschikkingen van de leerstof kunnen worden geaccentueerd. Bovendien kan er rekening gehouden worden met verschil in voorkennis en met interesses van studenten. Tekortkomingen en overlappingsen, zowel in de cursus zelf als in het curriculum kunnen door te structureren gemakkelijker gesignaleerd en daardoor ongedaan gemaakt worden.

Voor de docenten heeft het enerzijds tot gevolg dat andere docenten gemakkelijker kritiek kunnen uiten op inhoud en volgorde, anderzijds worden er

meer mogelijkheden tot discussie en overleg geboden. Door een overzichtelijke structuur zijn problemen rond het onderling aanpassen van verschillende vakken beter te bespreken. Bekendheid met de structuur van overeenkomstige vakken, die door andere docenten elders worden gegeven zou tot uitwisseling van cursusmateriaal kunnen leiden.

Omdat in een ISS de cursusstructuur vooraf bekend gemaakt wordt is het voor de student mogelijk een globaal inzicht in de samenhang van de leerstof te verkrijgen en een overzichtelijke taakafbakening te bieden.

Als de leerstof eenmaal in een structuur is vastgelegd kan in volgende jaren een cursus veel gemakkelijker aangepast worden aan de dan heersende inzichten. Niet altijd zal het cursusmateriaal volledig herzien moeten worden, een gefaseerde aanpassing per eenheid is zeer goed mogelijk.

Methoden

Uit een vergelijking van diktaten, handleidingen of studieboeken blijkt dat ongeveer gelijksoortige doelstellingen langs verschillende wegen bereikt kunnen worden. Ook op onderwijskundige of leerpsychologische gronden is het nog niet goed mogelijk voorschriften en regels voor het maken van een cursusstructuur aan te bieden.

Voor de ordening van leerstof staan een aantal pragmatische methoden ter beschikking. De meest eenvoudige methode is de overname van de bestaande kollege-volgorde, waarbij de inhoud van enkele kolleges wordt samengevoegd tot een eenheid, of waarbij een hoofdstuk uit een kollegediktaat of een boek als eenheid gekozen wordt. Een methode, die voor inleidende cursussen op het vakgebied vaak goede resultaten oplevert, is de vergelijking van reeds bestaande leerboeken. Konfrontatie van de eigen opvattingen met de inhoud, presentatievorm en didactische opbouw die anderen gekozen hebben, is een heilzame bezigheid.

Als de cursus gericht is op het oplossen van vakspecifieke problemen, vergemakkelijkt het opstellen van algoritmen, heuristieken en beslissingstabellen de ordening van de leerstof. Geeft de cursus een voorbereiding op het uitvoeren van een functie, dan kan een functie-analyse een wezenlijke bijdrage leveren aan de cursusopbouw. Bij het trainen van psychomotorische vaardigheden kan de inhoud van praktika gebaseerd worden op een analyse van de handelingsvolgorde, zoals die uitgevoerd wordt door goed geoefende en ervaren personen. De door de docent ontworpen structuur, met een naar zijn mening optimale volgorde van de leerstof, zal soms

aangepast moeten worden aan de beschikbare middelen (ruimte, apparatuur, personeel). Ook zal overleg met kollega's die in eenzelfde semester cursussen verzorgen soms leiden tot het wijzigen van de oorspronkelijke opzet.

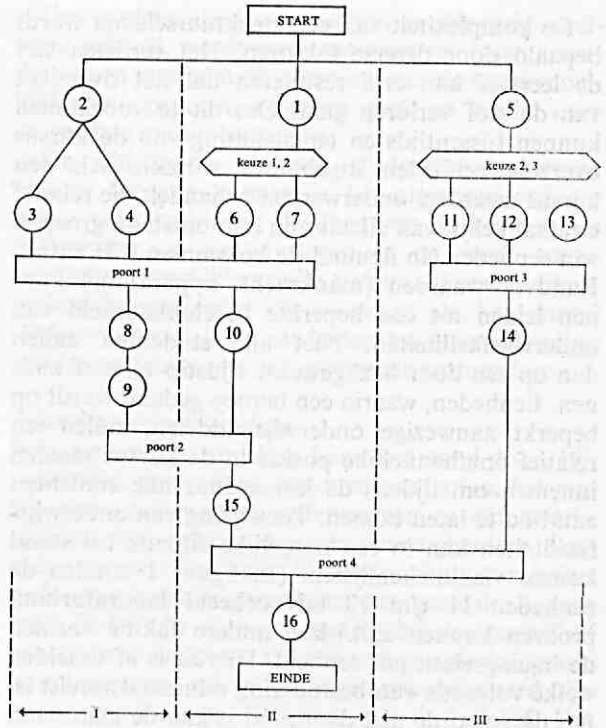
Uiteraard zullen bij praktika of werkplaatsoefeningen, door de meestal stringenter randvoorwaarden, meer compromissen moeten worden gesloten bij de realisering van een meest gewenste structuur. Toch blijkt dat ook bij praktika aan de uitgangspunten van ISS voldaan kan worden, mits het idee van een vooraf gemaakt rooster dat alle studenten en alle oefeningen omvat wordt losgelaten. Op een aantal plaatsen in de cursus kunnen eisen worden gesteld betreffende de benodigde theoretische voorkennis om bepaalde oefeningen zinvol te kunnen uitvoeren, maar ook kan de student verplicht worden zich eerst enige praktische vaardigheden eigen te maken voordat hij nieuwe theorieën gaat bestuderen.

Omvang van een eenheid

Vooralsnog is het niet goed mogelijk om de omvang van een eenheid voor alle mogelijke cursussen eenduidig vast te stellen. Diverse overwegingen liggen ten grondslag aan de keuze van de omvang van een eenheid. Zo moet een eenheid groot genoeg zijn om een onderwerp min of meer afgerond te kunnen behandelen en te toetsen. Ook is de studiefase, waarin een ISS gegeven wordt mede bepalend: gevorderde studenten mogen beter in staat geacht worden zelf grotere eenheden te bestuderen. De mate van oefening, die een student nodig heeft om bepaalde doelstellingen te bereiken speelt eveneens een rol. Als vuistregel zou voor de omvang van een eenheid in het eerste studiejaar kunnen gelden dat de studiebelasting 5 à 15 uren bedraagt. Voor eenheden in volgende studiejaar neemt in het algemeen de omvang toe. De optimale omvang van een eenheid komt veelal in de loop der tijd tot stand: evaluatie van gegeven cursussen is in deze richtinggevend.

Strukturaarschema

Een cursusstructuur kan met behulp van een door Braak (1974) ontwikkelde grafische schematische voorstelling gevisualiseerd worden. Het structuraarschema geeft de cursusopbouw expliciet weer en laat zien welke keuzes omtrent de volgorde van bestudering en toetsing van eenheden aan de student gegeven worden (zie als voorbeeld fig. 1). In het schema wordt gebruik gemaakt van drie elementen: eenheden, poorten en keuzepunten, die onderling verbonden worden. De poorten geven



Figuur 1: Een structuraarschema

Toelichting

Deze cursus bevat 16 eenheden waarvan een student er 14 moet doorlopen. De student kan beginnen met de eenheden 1, 2 of 5. Na eenheid 1 maakt de student een keuze: hij bestudeert óf eenheid 6, óf eenheid 7. Na eenheid 5 doorloopt de student twee van de drie volgende eenheden (KEUZE 2, 3).

Een poort is een controlepunt in de cursus en bepaalt welke eenheden doorlopen moeten zijn voordat een eenheid na een poort bestudeerd kan worden. Zo kan bijvoorbeeld eenheid 10 bestudeerd worden als de eenheden 1 tot en met 4, 6 en 7 met goed gevolg afgerond zijn.

aan welke combinatie van voorafgaande eenheden met goed gevolg bestudeerd moet zijn, alvorens aan een bepaalde eenheid begonnen kan worden. De keuzepunten bieden de student de mogelijkheid om zelf uit een aantal parallele eenheden een keuze te maken. Een dergelijke keuze is mogelijk als een docent meerdere eenheden aanbiedt, die gelijkwaardig zijn ten aanzien van de beoogde doelstellingen.

De complexiteit van een struktuurschema wordt bepaald door diverse factoren. Het verdelen van de leerstof kan erin resulteren dat het overzicht van de stof verloren gaat. Om dit te voorkomen kunnen tussentijds en ter afsluiting van de cursus overzichtseenheden ingebouwd worden. Als een cursus meerdere onderwerpen behandelt die relatief onafhankelijk van elkaar zijn dan ontstaan groepen van eenheden (In figuur 1 de kolommen I, II en III). Randvoorwaarden (mankracht, apparatuur) kunnen leiden tot een beperkte beschikbaarheid van onderwijsfaciliteiten. Niet alle studenten zullen dan op een door hen gewenst tijdstip terecht kunnen. Eenheden, waarin een beroep gedaan wordt op beperkt aanwezige onderwijsmiddelen, zullen een relatief onafhankelijke positie in de cursus moeten innemen om tijdens de cursusduur alle studenten aan bod te laten komen. Toewijzing van onderwijsfaciliteiten kan in een dergelijke situatie tot stand komen via intekenlijsten. (In figuur 1 zouden de eenheden 11 t/m 13 bijvoorbeeld laboratoriumproeven kunnen zijn.) Een andere faktor vormen de ingangseisen per eenheid. Hieruit is af te leiden welke volgorde van bestudering minimaal vereist is. Als de volgorde niet dwingend is kan de keuze aan de student gelaten worden. De ingangseisen behoeven niet beperkt te blijven tot eenheden in de cursus doch kunnen ook vanuit andere cursussen of anderszins afgeleid worden en op een daartoe geschikte plaats in de cursus worden opgenomen. Soms kan een groep doelstellingen bereikt worden met verschillende eenheden. De student kan dan een keuze maken uit die eenheden. Door een dergelijke keuzemogelijkheid kunnen de voorkeuren van studenten tot hun recht komen of kunnen alternatieve onderwijsvormen aangeboden worden.

Strukturering binnen een eenheid

In het verlengde van strukturering op kursusnivo ligt de strukturering van de leerstof binnen een eenheid. Een analyse van de taken, die een student moet kunnen uitvoeren na bestudering van de eenheid, van het gewenste nivo van beheersing en van de manier waarop de taken geleerd kunnen worden, verschaft het stramien waarop de leerstof geborduurd kan worden. Deze analyse leidt tevens tot duidelijker geformuleerde doelstellingen van de eenheid. De op deze wijze geëxpliciteerde doelstellingen kunnen dienen als richtlijn voor de keuze van leermateriaal en oefensituaties. Dit materiaal hoeft niet altijd door de docent zelf ontwikkeld te worden. Vaak zijn (delen van) bestaande leerboeken in te passen in de cursus, of kan elders ontwikkeld audio-visueel leermateriaal gebruikt

worden. Als dit het geval is, kunnen aanwijzingen gegeven worden waar de leerstof te vinden is.

De docent kan bij de studie-aanwijzingen commentaar leveren op de gepresenteerde leerstof en daarbij de verschillende benaderingen van de auteurs benadrukken. De student heeft daardoor de mogelijkheid die benadering te kiezen die hem het beste ligt en tevens ervaart hij dat meerdere benaderingen mogelijk zijn. De studie-aanwijzingen kunnen gevolgd worden door een serie vragen en opdrachten, met enerzijds het doel het leerproces te activeren en anderzijds de doelstellingen van de eenheid te verduidelijken.

Zelfstandige beantwoording van de vragen en uitvoering van de opdrachten informeren de student over de mate waarin hij de doelstellingen bereikt heeft. In die gevallen waarin de student niet tot een oplossing kan geraken, of wanneer hij zijn uitwerking wil controleren, kan hij een aantal oplossingsuggesties en uitwerkingen van de docent raadplegen. Met deze opzet wordt een integratie van theorie, vraagstukken en oefeningen nagestreefd in plaats van een scheiding. De wijze waarop de inhoud van een eenheid wordt aangeboden behoeft geenszins beperkt te blijven tot studie-aanwijzingen, vragen en opdrachten met uitwerkingen, die bijvoorbeeld gebundeld worden in een studiehandleiding.

Voor elke eenheid kan een compleet leerpakket ontwikkeld worden waarin geluids- en/of videobanden, dia's en schriftelijk studiemateriaal een geheel vormen. Een aparte studiehandleiding met verwijzingen naar andere leerbronnen is dan niet meer nodig. Bij de keuze van de media in een leerpakket dient evenwel steeds rekening gehouden te worden met de kostenaspecten, de geschiktheid van een medium voor de informatieoverdracht, de hanteerbaarheid en het gemak waarmee wijzigingen en correcties kunnen worden aangebracht.

Hoewel de vorm van studiehandleidingen en leerpakketten voor eenheden in de diverse cursussen verschillend is, komen een aantal elementen er steeds in voor. De student wordt allereerst globaal geïnformeerd over doel en inhoud van de eenheid en vervolgens wordt een overzicht van de doelstellingen gegeven. Daarna komt de leerstof aan bod, al dan niet gepresenteerd via verschillende media. De eenheid wordt voorzien van opdrachten en vragen.

Door middel van oplossingsuggesties, demonstraties en gedetailleerde uitwerkingen van de gestelde problemen wordt de student op weg geholpen de doelstellingen te bereiken. Verwijzingen naar andere leerbronnen, een samenvatting van de

essentialia in de eenheid en mogelijkheden voor zelftoetsing completeren het geheel.

3. Terugkoppeling

Met de term terugkoppeling wordt het proces bedoeld, waarbij informatie gegeven wordt aan een student over zijn vorderingen in de studie. Deze informatie kan op verschillende manieren beschikbaar komen. Het is praktisch om de wijze van terugkoppeling te onderscheiden in formele en informele terugkoppeling. Formele terugkoppeling vindt plaats op basis van behaalde resultaten op voorgeschreven taken (de toetsing). Deze resultaten bieden de docent aanknopingspunten om de student te informeren over zijn tekorten en te adviseren over een te volgen studiestrategie. Informele terugkoppeling is verweven met de studie zelf.

Formele terugkoppeling

Bij de terugkoppeling komen elementen voor, zoals:

- het behaalde toetsresultaat;
- signalering en/of correctie van onjuiste antwoorden of onjuist uitgevoerde handelingen;
- verwijzing naar nieuw of reeds bestudeerd instruktiemateriaal;
- adviezen over de te volgen studiestrategie.

Voor de effectiviteit van de formele terugkoppeling is het van belang dat het tijdsinterval tussen de toetsing en terugkoppeling klein is. Terugkoppeling direct na de toetsing is te prefereren boven terugkoppeling met een vertraging van enkele dagen. Immers in een ISS maken toetsen en terugkoppeling een geïntegreerd deel uit van het leerproces.

De vorm, waarin de terugkoppeling gegeven wordt, is sterk afhankelijk van de beschikbare materiële en personele middelen. Als het aantal studenten niet te groot is, of als er voldoende instructeurs of student-assistenten beschikbaar zijn, kan de terugkoppeling in een nabespreking van de toets gegeven worden. Is de personeelssituatie minder gunstig dan is het mogelijk de terugkoppeling schriftelijk te verzorgen. In een ISS kan een student voor eenzelfde eenheid enkele keren gebruik maken van de formele terugkoppeling, omdat meerdere toetspogingen per eenheid zijn toegestaan. Voor het op deze wijze realiseren van terugkoppeling is het noodzakelijk, dat er meerdere paralleltoetsen of toetsingssituaties bij een eenheid beschikbaar zijn.

Een student, die keer op keer onvoldoende resultaten behaalt, wordt verwezen naar een instructeur, die samen met hem de oorzaken van de studiemoeilijkheden opspoort, adviezen geeft en beslist over de verdere studievoortgang.

De tijdstippen, waarop studenten deelnemen aan de toetsing kunnen in het algemeen vrij gekozen worden binnen de duur van de cursus. Als gedurende een aantal dagen in de week toetsfaciliteiten beschikbaar zijn vereist dit een flexibele onderwijsorganisatie, die – zeker als het aantal studenten groot is – zal leiden tot automatisering van de toetsings- en terugkoppelingsprocedures.

Informele terugkoppeling

Informele terugkoppeling komt tot stand door, bijvoorbeeld, gesprekken met medestudenten, het maken van studievragen, oefentoetsen en oefenwerkstukken, het oefenen van een vaardigheid en deelname aan werkkolleges. Gebruikmaking van informele terugkoppelingsinstrumenten geeft de student meer inzicht in de mate waarin hij de leerstof of vaardigheid beheerst. De inhoud van de informele terugkoppeling zal in het algemeen gebaseerd zijn op de specifieke moeilijkheden in de leerstof. Het aanbieden van goed leermateriaal kan de informele terugkoppeling bevorderen. Natuurlijk spelen motivatie en studievaardigheid in dit verband ook een grote rol. Beide factoren kunnen echter positief beïnvloed worden door leermateriaal met duidelijk omschreven doelstellingen, goed gestructureerde leerstof, een heldere karakterisering van de relevantie van de leerstof in een groter verband en voldoende oefenmogelijkheden.

Naarmate de student verder in de studie gevorderd is, en daardoor beter in staat geacht mag worden zelfstandig de leerstof te structureren en zijn studievoortgang zelf te beoordelen, kan de intensiteit van de terugkoppeling gereduceerd worden, waarmee toegewerkt wordt naar een belangrijk doel van de opleiding, namelijk de zelfstandige beoefening of toepassing van wetenschap.

4. Evaluatie

Algemeen

Evaluatie van het onderwijs wordt uitgevoerd om enerzijds na te gaan of voorafgestelde doelen zijn bereikt, anderzijds om aan de docent aanwijzingen te geven waar mogelijke veranderingen in zijn onderwijs tot verbetering van resultaten zouden kunnen leiden. Evaluatie vindt plaats op grond van uitkomsten van metingen aan en in een systeem; het

zou ideaal zijn als voor het onderwijssysteem de samenhang tussen ingangs-, proces- en uitgangsggegevens bekend was, zodat alleen het meten van de relevante systeemp parameters nodig was. Helaas is dit voor het ISS nog niet het geval, al zal door voortdurende evaluatie en toenemende ervaring het ideaal hopelijk steeds beter benaderd worden.

Voor de verwerking van de vele gegevens die bij de formele terugkoppelprocedures ter beschikking komen, worden een aantal algemeen geaccepteerde technieken gebruikt. Niet voor alle evaluatietaken zijn echter rationele meetprocedures voor handen, zodat ook meer subjectieve gegevens verzameld worden door middel van interviews, vragenlijsten of observaties. Een groot gedeelte van de informatie die nodig is voor de evaluatie kan al tijdens een cursus worden verzameld. Het wijzigen en bijsturen van een ISS in bedrijf is zodoende mogelijk en zinvol. Uit de evaluatie na afloop van een cursus zullen echter veel meer gegevens ter beschikking komen om een ISS voor een volgend studiejaar aan te passen. Om verschillende aspecten van een ISS te accentueren wordt een onderscheid gemaakt in evaluatie naar leerdoelen, van systeemkenmerken en van leermiddelen.

Leerdoelen

Evaluatie naar leerdoelen moet antwoord geven op de vragen: Heeft een student datgene geleerd wat hij zou moeten leren? en: Wat is het resultaat van de totale groep deelnemers aan het onderwijs? De criteria bij deze evaluatie zijn de doelstellingen die voor een cursus werden geformuleerd. Die doelstellingen zijn in de eenheden en meer specifiek in de bijbehorende toetsen geoperationaliseerd. Als een student een cursus voltooid heeft, betekent dit dat hij alle verplicht gestelde eenheden heeft voltooid en dus ook dat hij de doelstellingen heeft bereikt. Het totaal van de prestaties op de eenheden kan in een eindcijfer worden uitgedrukt. Een andere mogelijkheid om een oordeel te vellen over hetgeen een student geleerd heeft, is het toevoegen van een afsluitende toets waarin de eindtermen van de cursus tot uitdrukking komen. De score op de eindtoets is dan een maat voor het bereiken van de doelstellingen. Als een dergelijke toets enige tijd na afloop van de cursus opnieuw wordt aangeboden, wordt het mogelijk na te gaan wat de student onthouden heeft van hetgeen hij eerder geleerd heeft.

De verdeling van eindcijfers, scores op een eindtoets of aantallen volledig voltooide eenheden geven inzicht in de mate waarin de doelstellingen worden bereikt door de groep deelnemende studenten. Wel moet bedacht worden dat een eindcijfer slechts een

relatieve maat is om verschillen aan te geven tussen studenten binnen eenzelfde cursus. Voor vergelijking met prestaties in andere cursussen is een dergelijk eindcijfer niet geschikt.

Uiteraard is het op grond van deze evaluatie niet mogelijk om na te gaan of de juiste doelstellingen voor een cursus waren geformuleerd en evenmin of de onderwijssituaties optimaal waren voor het bereiken van de doelstellingen.

Systeemkenmerken

Bij de beoordeling van het onderwijs is het van belang na te gaan hoe het systeem waarmee het onderwijs is gegeven, heeft gewerkt. Voor een ISS zal dan gelet moeten worden op aspecten als individualisering, terugkoppeling, administratie en beheer en appreciatie door gebruikers.

Individualisering zal te merken zijn aan verschillen tussen studenten in de totaal bestede tijd, in de tijden waarop men zich voor een formele toetsing aanbiedt en in de wijze waarop men in cursussen met een ingewikkelde structuur, het einddoel bereikt. Uit de registratie van het tijdstip waarop studenten zich voor een formele toetsing aanbieden en door te vragen naar de tijd die voor de betreffende eenheid besteed is blijkt dat inderdaad grote verschillen tussen studenten optreden in studietijd, studietempo en studieweg. Als individualisering in tijd niet optreedt, zal moeten worden nagegaan of er, in of buiten het ISS, niet te veel beperkende maatregelen zijn, waarbij te denken valt aan: beperkte openstelling van de toetsruimte, voorgeschreven kolleges en oefeningen in een vrij vol bezet rooster of tussentijdse tentamens.

Het effect van informele terugkoppeling is slecht in cijfers uit te drukken. Een indruk van dit informele proces kan verkregen worden uit het gebruik dat gemaakt wordt van vragenuurtjes of andere niet officieel georganiseerde gesprekken tussen studenten en docenten. Daarbij kan zowel op het aantal deelnemers als op de aard van de gestelde vragen worden gelet. Als niet uitsluitend na afloop van de cursus de mening van de docent of de studenten gevraagd wordt zal het nodig zijn dat zij vrij geregeld aantekeningen maken of enqueteformulieren invullen.

Inzicht in het effect van de formele terugkoppeling is ook slechts indirect te verkrijgen. Een kumulatief overzicht van de prestaties in een cursus levert per eenheid een overzicht van de aantallen studenten die een, twee of drie pogingen nodig hebben om aan de doelstellingen te voldoen. Naarmate meer studenten na een beperkt aantal toetspogingen er in slagen om aan de norm van een eenheid te voldoen, mag worden aangenomen dat de formele terugkop-

pelings beter werkt. Het is niet duidelijk of dit komt doordat studenten na een toets te hebben afgelegd inzicht hebben gekregen in de aard van de vraagstelling of dat zij aan de hand van de verstrekte adviezen zich de leerstof beter hebben eigengemaakt.

Een doelmatig beheer van een ISS blijkt uit het snel en storingsvrij verloop van alle handelingen die ten behoeve van studenten of docenten moeten worden verricht, met een zo gering mogelijke inzet van administratieve hulpkrachten. Wordt er gebruik gemaakt van een geautomatiseerd systeembeheer dan zullen ook de nodige eisen gesteld moeten worden aan de bedrijfszekerheid van de rekenmachine en aan de flexibiliteit van de programmatuur. Voor de studenten is het vooral van belang dat de uitslag van de toets zo spoedig mogelijk bekend wordt en dat het aantal vergissingen bij de bepaling van de score en de studie-adviezen zo klein mogelijk is. Voor de docenten moet het beheer onder liefst zo weinig mogelijk stringente beperkingen uitgevoerd kunnen worden. De docent moet tussentijds voldoende inzicht kunnen krijgen over het functioneren van individuele studenten en over het functioneren van de cursus zodat eventueel wijzigingen tussentijds kunnen worden uitgevoerd.

Behalve de vrij objectieve gegevens die in een ISS verzameld kunnen worden om de voor- en nadelen aan te tonen, kan ook aandacht worden geschonken aan meer subjectieve waarnemingen. Met behulp van vragenlijsten kan een globaal oordeel van studenten en docenten over het functioneren van velerlei processen in een ISS gevraagd worden.

Leermiddelen

Voor het onderzoek naar de kwaliteit en het effect van de middelen die ten behoeve van het studieproces worden gebruikt, staan slechts een beperkt aantal methoden ter beschikking waaruit, op rationele gronden, konklusies kunnen worden getrokken.

Het gebruik van leermateriaal: studie-boeken, videobanden of films, kan meestal op eenvoudige manier worden nagevraagd of door gebruiks- of uitleenfrequenties worden vastgesteld. De gebreken of onvolkomenheden in het leermateriaal kunnen blijken uit persoonlijke mededelingen van studenten, uit de formele terugkoppeling of uit de antwoorden op vragenlijsten.

De meeste gegevens die in een ISS verzameld worden, zeker bij een geautomatiseerd beheer, hebben betrekking op de prestaties die studenten leveren bij de formele terugkoppelingsprocedures. Hoewel de klassieke testtheorie nauwelijks bruikbaar is voor situaties waarin 'mastery' als eis wordt gesteld, geven de gebruikelijke vormen van item-

analyse toch een indruk over de grootste tekortkomingen in de vragenverzameling.

Hoewel lang niet alle aspecten van een ISS geëvalueerd kunnen worden op grond van objectieve of subjectieve gegevens die in een cursus verzameld kunnen worden, blijkt het mogelijk om een cursus in de loop van een aantal jaren te optimaliseren.

5. Automatisering

In het voorafgaande zijn de belangrijkste kenmerken van een ISS besproken. Docenten die kiezen voor een ISS-opzet moeten naast de eigenlijke onderwistaken een groot aantal administratieve taken verrichten.

In een cursus die uit tien tot twintig eenheden bestaat en waar meer dan honderd studenten in eigen tempo en volgorde mee bezig zijn, is het aantal malen dat voortgangskontrolle, toetsaamstelling, toetsskoring en het geven van adviezen moet worden uitgevoerd zeer groot. Bovendien vraagt de evaluatie van de cursus een omvangrijk aantal bewerkingen op grote data-bestanden. Alles tezamen is er sprake van een enorme hoeveelheid routinehandelingen. Een ISS-cursus van redelijke omvang, waarin geen gebruik gemaakt wordt van een computer, vergt te veel mankracht en slechts weinig mogelijkheden om gegevens te verwerken kunnen benut worden.

Het computersysteem dat speciaal voor ISS ontwikkeld is, kan de hierboven genoemde taken zonder moeite uitvoeren.

Het formuleren van de specificaties voor en de ontwikkeling van een dergelijk computersysteem is een tijdrovende taak. Docenten die een ISS-cursus willen opzetten kunnen gebruik maken van een op de nederlandse situatie afgestemd Computer Managed Instruction (CMI)-systeem, dat reeds een aantal jaren operationeel is (Van Hees, 1976). Dit systeem is geïmplementeerd op de Burroughs B6700 van het rekencentrum van de TH Eindhoven en wordt beheerd door een interuniversitaire gebruikersgroep (werkgroep i.o. PGO).

Gebruikers van het CMI-systeem moeten beschikken over een typewriter-terminal en een schrapkaartenlezer. Voor de dagelijkse activiteiten wordt via een time-sharing-systeem gebruik gemaakt van de centrale rekenmachine. Deze activiteiten bestaan uit het genereren van toetsen, het skoren van antwoorden, het geven van adviezen en de kontrolle op uitgevoerde handelingen van studenten. Voor het periodiek opvragen van gegevens, zoals bijvoorbeeld een overzicht van prestaties van studenten of een evaluatie van een cursusonderdeel, kunnen de

gebruikers de gewenste opdrachten laten uitvoeren door de systeembeheerder, die tevens het informatiecentrum van het computersysteem bemant.

6. Slotopmerkingen

Een ISS is een goed hanteerbaar systeem in het onderwijs, waarvan het effect in overwegende mate bepaald wordt door de deskundigheid en creativiteit van de docenten die het toepassen.

De structurering van de leerstof in een ISS maakt het mogelijk dat docenten gezamenlijk een cursus voorbereiden of onderdelen daarvan onderling uitwisselen. Daardoor kunnen snel en zonder extreme inspanningen cursussen ontwikkeld, goede vragen verzamelingen opgebouwd, resultaten onderling vergeleken en evaluaties op grote aantallen gegevens uitgevoerd worden.

Docenten die een ISS gaan toepassen zullen veel administratieve taken moeten uitvoeren. Het is aan te bevelen om voor deze taken gebruik te maken van het hier te lande ontwikkelde CMI-systeem.

Ondanks het toenemend aantal toepassingen van ISS zijn er nog veel problemen, zowel van praktische als van theoretische aard, die om een oplossing vragen.

Over dergelijke problemen vindt regelmatig overleg plaats tussen docenten en onderzoekers in het Consortium ISS.

Reeds eerder dit jaar zijn in *Pedagogische Studiën* artikelen gepubliceerd die nauw verwant zijn aan het hier beschreven onderwijs (Van Hees, 1976; Verreck, 1976).

Referenties

- Block, J. H. (Ed.), *Mastery Learning: Theory and Practice*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1971.
- Bloom, B. S., *Learning for Mastery*. Evaluation Comment, 1968.
- Bloom, B. S., Time and Learning. *American Psychologist*, september 1974, 682-688.
- Braak, L. H., *Geïndividualiseerde onderwijssystemen; constructie en besturing*. Eindhoven: Ac. proefschrift, 1974.

- Erickson, S. C., *The Reinforcement Principle*. University of Michigan, Center for research on learning and teaching; Memo to the faculty no 48, 1972.
- Groot, A. D. de *Selectie voor en in het hoger onderwijs. Een probleemanalyse*. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1972.
- Hees, E. W. J. M. van, Karakteristieken van het Eindhovenese computerondersteund onderwijssysteem. *Pedagogische Studiën*, 1976 (53), 80-90.
- Kramers-Pals, H., Pilot, A. en Hout, J. F. M. J. van, Mastery Learning: Methode om beter greep te krijgen op het leren. *Onderzoek van Onderwijs*, 1973, 3, 3-8.
- Plomp, Tj., *De ontwikkeling van een Individueel Studie Systeem*. Ac. proefschrift. Groningen: H. D. Tjeenk Willink, 1974.
- Rommes, A. E. N., Mastery Learning voor de hogere cognitieve doelstellingen. *Pedagogische Studiën*, 1974, 51, 223-231.
- Skinner, B. F., *The Technology of Teaching*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1968.
- Verreck, W. A., Individuele Studie Systemen in het wetenschappelijk onderwijs. *Pedagogische Studiën*, 1976 (53), 153-163.

Curricula vitae

Braak L. H. (geb. 1938); Werktuigbouwkundig ingenieur. Wetenschappelijk hoofdmedewerker in de vakgroep Technische Mechanica van de afdeling werktuigbouwkunde, T.H. Eindhoven. Promoveerde in 1974 op een onderwerp rond ISS-konstruktie.

Rookhuijzen R. F. van, (geb. 1943); Psycholoog. Wetenschappelijk medewerker van het Onderwijs Research Centrum, Katholieke Hogeschool Tilburg.

Sanders, A. J., (geb. 1948); Werktuigbouwkundig ingenieur. Verbonden aan de Faculteit der Geneeskunde en Tandheelkunde, Katholieke Universiteit Nijmegen, als medewerker in de onderwijsgroep.

Jongste publikatie: 'Individuele Studie Systemen'; auteurs: L. H. Braak, E. J. W. M. van Hees, R. F. van Rookhuijzen, A. J. Sanders, Th. J. M. Tromp in: 'Onderwijsresearch & praktijk' Derde nationaal congres onderzoek van wetenschappelijk onderwijs. Delftse Universitaire Pers/1975.