



## Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website [www.nioc.nl](http://www.nioc.nl) ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Houd onze website ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) in de gaten.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

[www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief](http://www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief)

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga [kennisbank@nioc.nl](mailto:kennisbank@nioc.nl).

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

# Nooit meer met de rug naar de klas?

## Analyse van onderwijsprocessen in een adaptieve virtuele leeromgeving

*Frans Mofers, Harrie Passier,  
Open Universiteit Nederland, faculteit Informatica*

### Samenvatting

*De kwaliteitszorg rond onderwijsprocessen in elektronische leeromgevingen staat nog in zijn kinderschoenen. Bestaande benaderingen om de participatie van studenten in het onderwijs te beoordelen, resultaten te evalueren en de effectiviteit en efficiëntie te beoordelen, voldoen in dit soort omgevingen vaak niet. Nieuwe benaderingen moeten hiervoor ontwikkeld worden. In dit artikel worden de resultaten beschreven van een onderzoek naar het toepassen van audit principes in een elektronische leeromgeving.*

**Sleutelwoorden:** audit, feedback, elektronische leeromgeving, kwaliteitszorg

### Inleiding

Virtuele leeromgevingen worden steeds meer ingezet in diverse onderwijsituaties binnen het Hoger Onderwijs. De klassieke leeromgeving met de docent voor het bord of gebogen over de overhead projector wordt aangevuld of vervangen door een Elektronische Leeromgeving (ELO). Het inzetten van ELO's wordt verder versterkt door nieuwe uitdagingen waarvoor het HO zich gesteld ziet zoals: heterogene instroom, vraaggestuurd onderwijs en levenslang leren (Geloven, 2004).

De ELO wordt niet alleen meer gevuld met informatie over het onderwijsproces maar ook de onderwijscontent, bijvoorbeeld in de vorm van leerobjecten, krijgt een prominente plaats (zie bijvoorbeeld Altenhofen, 2002). De leeromgeving wordt daarnaast ook ingezet om groepswerk te ondersteunen, zoals het uitwisselen van documenten, het discussiëren over het onderwijs tussen studenten onderling en tussen studenten en docenten en het uitvoeren van peer reviews (Soller, 1999).

Het beoordelen of de leeromgeving, de processen en presentatie, en het daarin opgenomen materiaal effectief gebruikt wordt en

aansluit bij de wensen van studenten en docenten is daarbij momenteel problematisch: de docent mist het directe contact als één van de instrumenten bij de beoordeling of het onderwijs aan zijn doelstellingen en de doelstellingen van de student voldoet. Inzicht in hoe verre deze doelstellingen wordt bereikt is echter wel essentieel (Murray, 1999).

### *Voorbeelden gebruik van leermaterialen*

Een tweetal voorbeelden waarin de uitwisseling van leermateriaal op brede schaal wordt beoogd binnen het Nederlandse Hoger Onderwijs zijn Espelon en het LOK-project (zie bij Informatie op internet). In Espelon wordt zowel digitaal onderwijsmateriaal aangeboden maar ook samenwerking georganiseerd via fora etc. In het kader van het LOK-project wordt door een groot aantal HO-instellingen een leeromgeving gedeeld met taken op het gebied van kennistechnologie. Het verkrijgen van kwantitatieve maar ook kwalitatieve feedback over het gebruik van de leermiddelen is in dit soort uitwisselingssituaties moeizaam.

### *Ontwikkelingen vanuit R&D*

Vanuit R&D gaat de aandacht in sterke mate uit naar standaardisatie waardoor content op eenvoudige wijze uitgewisseld kan worden. In navolging van deze standaardisatietendens op het gebied van content wordt ook gezocht naar mogelijkheden om de communicatieprocessen en de logistieke ondersteuning te standaardiseren (Santos, 2004).

Deze voorbeelden voor gebruik en distributie van leermaterialen illustreren de virtualisering van het onderwijs. Tevens tonen deze voorbeelden de noodzaak aan om in het materiaal voorzieningen in te bouwen waarmee aan de kwaliteitszorg invulling gegeven kan worden, ook wanneer het materiaal op een andere plek als bij de ontwikkelaar gebruikt wordt.

### *Gevolgen virtualisering van het onderwijs*

Wanneer het onderwijs in belangrijke mate plaatsvindt in een elektronische leeromgeving bestaat de kans dat de afstand tussen de onderwijsgever en de afnemer van het onderwijs ongewenst groot wordt. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor de mogelijkheden om zicht te houden op de kwaliteit van het onderwijs. Juist nu structurele aandacht voor kwaliteitszorg sterk in belang toeneemt, is dit een ongewenst neveneffect van de ontwikkeling waarbij steeds vaker een virtuele omgeving wordt ingericht om onderwijstaken aan te bieden. Daartegenover staat echter dat in deze nieuwe infrastructuur ook nieuwe mogelijkheden ontstaan om zicht te houden op leerprocessen die zich afspelen in een dergelijke leeromgeving (Rossett, 2002). Er hoeft daarbij niet vervallen te worden in big-brother-achtige informatievergaring. De informatie kan toegespitst worden op de behoefte van de onderwijsverzorger: zoveel informatie als nodig is voor verbetering van de processen en de inhoud, op het tijdstip waarop de informatie nodig is.

Het onderzoek waar in deze paper op ingegaan wordt richt zich erop relevante en toege-

spitste informatie te vergaren voor de cursusontwikkelaar, de begeleider en eventueel ook voor de manager van de onderwijsorganisatie over het gebruik van het cursusmateriaal en de leerresultaten die behaald worden. De informatieverschaffing naar de student over voortgang en resultaten valt buiten het kader van dit onderzoek.

### *Audit rapportages*

Door gebruik te maken van een in andere domeinen bekende benadering als *auditing*, kan op het juiste niveau inzicht verkregen worden dat direct kan leiden tot bijstellingen van de didactiek en/of inhoud van een onderwijsmodule.

De afgelopen jaren is veel vooruitgang geboekt bij de ontwikkeling van op XML gebaseerde representatiemechanismen als EML (Hermans, 2004) waarmee het onderwijskundig ontwerp en de leermaterialen kunnen worden vastgelegd in een gestandaardiseerde vorm. Hierdoor ontstaat een vrijheid van keuze voor een afspelomgeving en ook hergebruik van materiaal is beter mogelijk.

Ook wordt het nu mogelijk om volledig nieuwe vormen van informatieopslag en informatie-uitwisseling te ontwikkelen. Het is bijvoorbeeld mogelijk om samen met het onderwijskundig ontwerp, ook informatie over de doelstelling die de organisatie heeft met dit materiaal in de vorm van kritieke succesfactoren en procesindicatoren eenduidig vast te leggen. Het is vervolgens noodzakelijk om uit de leeromgeving toegespitste informatie te vergaren over het gebruik van de leermaterialen. De informatie die op deze manier beschikbaar komt, zowel vanuit het ontwerp alsook vanuit het daadwerkelijk gebruik, wordt geanalyseerd en in rapporten vastgelegd. Auteurs en docenten kunnen deze informatie gebruiken om het onderwijsmateriaal te verbeteren.

De rapportages die voortkomen uit een audit van een elektronische onderwijsleeromgeving kunnen zowel gericht zijn op:

- efficiency: om te vermijden dat modules ontwikkeld en aangeboden worden die didactisch en inhoudelijk onvoldoende toegevoegde waarde hebben in termen van gebruik en slaagpercentage
- effectiviteit: levert bijvoorbeeld elke module voldoende leerrendement op en is de studeerbaarheid voldoende;
- algemene doelstellingen van de instelling: worden de doelstellingen gerealiseerd in de elektronische leeromgeving in termen van bijvoorbeeld studielast, slaagpercentages of percentage afvallers.

#### *Adaptieve virtuele leeromgeving*

De context waarbinnen dit onderzoek zich afspeelt is het Alfanet (Active Learning For Adaptive Internet, zie bij Informatie op internet) project. Binnen Alfanet wordt een adaptieve virtuele leeromgeving ontwikkeld. De leeromgeving biedt adaptiviteit op studentniveau. Op basis van studentkenmerken, afgelegd studiepad en persoonlijke voorkeuren oefent de student invloed uit op de leertaken die gepresenteerd worden, de route door de taken alsmede de vorm waarin de taken gepresenteerd worden. Ook zijn hulpmiddelen aanwezig voor collaboratief leren (Soller, 1999) waardoor impliciet adaptiviteit aanwezig is in de vorm van samenwerkend leren.

Deze op de student gerichte adaptiviteit wordt aangevuld met aanvullende adaptiviteit die door de ontwikkelaar van leertaken aangebracht kan worden. De ontwikkelaar kan een leertaak aanpassen bijvoorbeeld op basis van bevindingen uit het leerproces of op basis van actuele informatie uit de buitenwereld.

#### *Ontwerpstandaarden*

Deze verschillende vormen van adaptiviteit worden in belangrijke mate mogelijk gemaakt doordat in het Alfanet project gebruik ge-

maakt wordt van standaarden waarmee leerobjecten gespecificeerd worden. Centraal staat de IMS-LD-standaard (Learning Design, gebaseerd op EML: Educational Modelling Language) (Hermans, 2004) waarmee onderwijsmateriaal en -processen beschreven kunnen worden. Specifiek voor het ontwikkelen en aanbieden van toetsen is gebruik gemaakt van de IMS-QTI-standaard (Question and Test Interoperability). Daarnaast wordt de IEEE-LOM-standaard (Learning Objects Metadata) gehanteerd waarmee meta-informatie toegevoegd kan worden aan het ontwerp. Het materiaal dat is ontwikkeld met behulp van specifieke editors die deze drie standaarden ondersteunen, wordt afgespeeld in een web-player waarmee de cursus via het web aangeboden kan worden. De audit service maakt gebruik van specifieke traces die door de player gegenereerd worden. Na analyse kunnen rapporten aangemaakt worden die enerzijds gebaseerd zijn op informatie die vastgelegd is in het ontwerp (veelal de normen) en anderzijds informatie die afkomstig is uit de traces (de gemeten waarden)

#### *Indeling van deze paper*

Allereerst gaan wij in op het Alfanet project waarbinnen de adaptieve leeromgeving, een aantal specifieke onderwijsmodellen, alsmede de audit module ontwikkeld zijn. Vervolgens gaan wij in op de principes van auditing en het toepassen daarvan bij het faciliteren van de kwaliteitszorg in virtuele onderwijsprocessen. Tenslotte zullen wij de eerste resultaten bespreken en ingaan op ons toekomstig onderzoek.

### **Een adaptieve elektronische leeromgeving**

#### *Het Alfanet project*

“Alfanet concentrates on the emerging market of e-learning, an area that will take advantage

of the new technologies related to the internet, human interaction, and machine learning. More specifically, Alfabet will allow:

- Individuals to have interactive, adaptive and personalised learning through the internet.
- Service providers or educational centres to provide e-learning services adapted to the individual learners background, experience and behaviour.
- Learning content providers to produce learning contents adapted to the personal needs of the individual learner.” (zie bij Informatie op internet).

Voor de audit functie zijn specifiek de volgende aspecten van belang:

- er wordt gewerkt vanuit procesoptiek;
- er wordt gewerkt vanuit een onderwijskundig model;
- het onderwijskundig model wordt expliciet vastgelegd in een gestandaardiseerde taal.

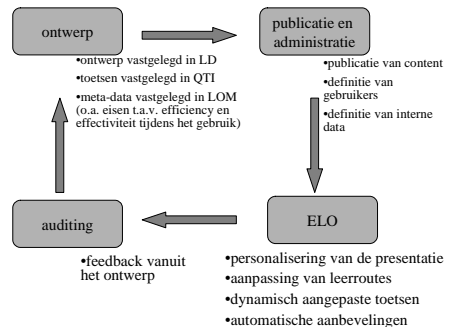
*Het onderwijsproces*

Zoals bij de meeste vormen van onderwijs is ook bij een virtuele leeromgeving het expliciteren van het onderwijskundig model en het onderwijskundig proces een hulpmiddel voor een succesvol en beheersbaar leerproces.

Het onderwijskundig proces gaat uit van de processtappen: analyse, ontwerp, implementatie en evaluatie. Wanneer deze processtappen doorlopen zijn, wordt vanuit de analyse een aangepast ontwerp gemaakt. In figuur 1 is deze algemene cyclus expliciet uitgewerkt voor de ontwikkelcyclus binnen Alfabet, waarbij gebruik gemaakt wordt van open standaarden en hulpmiddelen die hierop afgestemd zijn.

In de ontwerpfase wordt het lesmateriaal vanuit een didactisch model in gestandaardiseerde documenten vastgelegd met behulp van specifieke editors. Niet alleen het didactisch model en het cursusmateriaal worden in leerobjecten elektronisch opgeslagen, maar ook de eisen ten aanzien van de effectiviteit en

efficiency bij het gebruik. Deze documenten worden vervolgens aangeboden voor publicatie in een leeromgeving. Tenslotte brengt auditing de gebruiksgegevens en de doelstellingen uit het ontwerp met elkaar in relatie en presenteert de analyse hiervan via auditrapporten. Deze vormen vervolgens weer de invoer voor een volgende ontwerp- en aanbiedingscyclus.



**Figuur 1 ontwikkelcyclus in het Alfabet project**

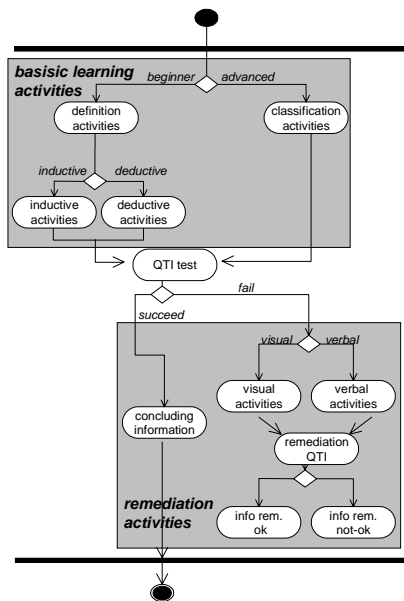
*Het onderwijskundig model*

In principe kan een dergelijke adaptieve omgeving vele onderwijskundige modellen ondersteunen. In het kader van het Alfabet project is een basaal didactisch model gekozen dat als template fungeert bij de ontwikkeling van een aantal cursussen. Dit model is ontwikkeld met het oog op de gewenste adaptieve leerroutes door het materiaal die dit model mogelijk maakt.

Een cursus is opgedeeld uit leertaken. Elke leertaak is opgebouwd uit activiteiten die conform figuur 2 in het didactisch model geplaatst zijn.

Allereerst is de leertaak opgebouwd uit een verzameling basismodules en modules die een remediërende functie hebben. In de basismodule worden definitieactiviteiten (het leren

van concepten) en classificerende activiteiten (het kunnen werken met concepten) onderscheiden.



Figuur 2 didactisch model van een leertaak

Het pad door de activiteiten dat door een individuele student in de verschillende modules gevolgd wordt, is allereerst afhankelijk van een aantal persoonlijke eigenschappen:

- de startcompetentie (beginner of gevorderd);
  - de leerstijl (inductief of deductief);
  - de cognitieve voorkeur (visueel of verbaal).
- Het pad is vervolgens afhankelijk van toetsresultaten die in de leertaken zijn opgenomen.

Aanvullend aan deze routes die in het ontwerp vastgelegd zijn, kan de student op elk ogenblik elke leermodule kiezen die binnen een leertaak beschikbaar is. Als derde adaptief element is er een adaptieve module beschikbaar die voorstellen over het te volgen leerpad

presenteert aan de student op basis van een analyse van het studeergedrag van alle studenten die eerder deze leertaak doorlopen hebben.

### Standaarden

Het onderwijskundig model is geïmplementeerd in de vorm van een template die per cursus en per leertaak gevuld kan worden met concrete activiteiten. Het template is gespecificeerd in IMS-LD.

Een tweede standaard die gehanteerd wordt in de Alfabet leeromgeving is QTI. Deze standaard biedt de mogelijkheid om ook toetsen op een gestandaardiseerde manier vast te leggen.

Een derde standaard die een rol speelt in het Alfabet systeem is de LOM-standaard. Deze standaard wordt gebruikt om: 1) in de ontwerpfase informatie op metaniveau vast te leggen die later gebruikt wordt om de analyse van het leerproces te sturen en 2) informatie vast te leggen over de activiteiten zoals geraamde studietijd voor een activiteit of moeilijkheidsgraad van een activiteit (normen).

Samen zorgen deze drie standaarden ervoor dat het onderwijskundig model eenduidig beschreven wordt en een geautomatiseerde analyse van het ontwerp door de audit service in het Alfabet systeem mogelijk is.

### Audit en het onderwijsproces

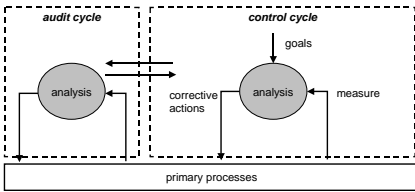
#### Audit in een bedrijfskundige context

Het instituut voor Internal Aditors Nederland definieert het begrip Internal Auditing als volgt: "Internal Auditing is een onafhankelijke, objectieve "assurance" (geven van zekerheid) en consulting (geven van advies) activiteit met de bedoeling waarde toe te voegen aan en verbetering te brengen in de operaties van een organisatie. Internal Auditing helpt een organisatie om haar doelen te verwezenlijken door een methodische, ordelijke bena-

dering om de effectiviteit van risicomanagement, controle en beheersingsprocessen te evalueren en verbeteren.”.

Auditing is gebaseerd op het algemene feedback principe waarbij een proces wordt gestuurd door de procesoutput te meten en te vergelijken met normen. Het verschil tussen gemeten waarde en norm vormt de basis voor een analyse en eventuele bijsturing (Distefano, 1988).

In figuur 3 is weergegeven hoe audit gezien kan worden als een stuurproces dat aanvullend aan de primaire sturing van bedrijfsprocessen (control) een tweede niveau van sturing toevoegt. Naast het primaire proces wordt ook het controlproces door de audit functie geobserveerd en gebruikt voor een tweede-orde bijsturing van de primaire processen (Boer, 2002).



Figuur 3 basismodel audit

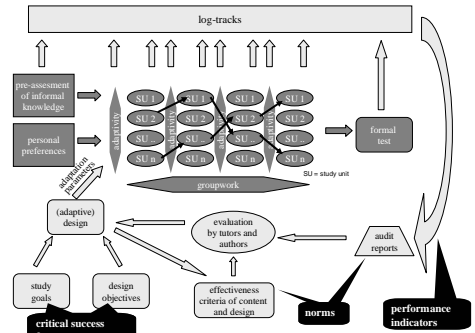
Er dient vermeden te worden dat de auditsturing dubblures vertoont ten opzichte van de primaire sturing en het gehele regelmechanisme te complex wordt. Daarom worden voor deze tweede-orde sturing specifieke parameters gehanteerd.

Allereerst worden de doelstellingen van het onderwijssysteem vastgelegd in kritieke succesfactoren. Vervolgens worden deze kritieke succesfactoren concreet vertaald naar normen waaraan het systeem dient te voldoen en bijbehorende meetpunten of procesindicatoren.

In de volgende paragraaf geven wij aan op welke manier deze audit-sturing geconcretiseerd wordt in de onderwijscontext.

### Een model voor het toepassen van audit in het onderwijsproces

In figuur 4 is schematisch de (levens-) cyclus beschreven bij het doorlopen van een cursus in een adaptieve leeromgeving zoals in het Alfabet project gerealiseerd is.



Figuur 4 audit proces in een elektronische leeromgeving

Wij beschrijven dit proces hier kort en beginnen bij de toetsen die een student voorafgaand aan het bestuderen van de cursus uitvoert. In deze eerste stap worden via een toets de persoonlijke voorkeuren bepaald zoals de leerstijl en de cognitieve voorkeur. Ook wordt de voorkennis bepaald. Op basis van deze informatie kan een aanbevolen leerpad door de activiteiten bepaald waarbij zowel de persoonlijke informatie als de informatie uit het didactisch ontwerp gebruikt worden. De student kan dit pad volgen of kan de voorkeur geven aan een ander pad. Deze keuze kan beïnvloed worden door het advies van de adaptieve module. Ook resultaten van tussentijdse toetsen beïnvloeden het aanbevolen leerpad.

De Alfabet leeromgeving bevat daarnaast een platform waar studenten in groepen kunnen samenwerken en documenten uit kunnen wisselen, zowel onderling als met docenten.

In een trace-bestand wordt vastgelegd welke activiteiten uitgevoerd zijn en welke resultaten studenten behaald hebben bij tests. Uit dit trace-bestand worden de waarden per performance indicator afgeleid. Deze gegevens worden in een analyse vergeleken met de door de cursusontwikkelaar bepaalde normen.

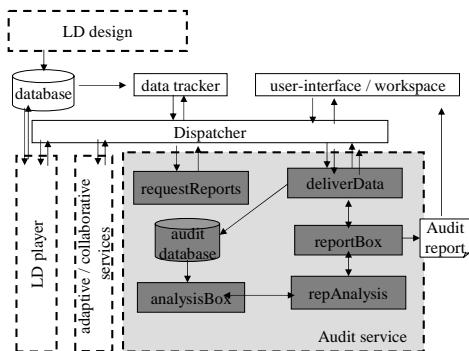
Een analyse van de audit rapporten kan vervolgens door de cursusontwikkelaars gebruikt worden om het cursusontwerp of het cursusmateriaal zelf te verbeteren. Eventueel kunnen de audit rapporten ertoe leiden dat de leerdoelen of de ontwerpdoelstellingen bijgesteld worden. Ook kunnen de effectiviteitscriteria bijgesteld worden op basis van een meer realistische kijk die ontstaat door de analyse op hoog niveau van het gebruik van leerobjecten.

### Eerste resultaten

Een eerste prototype van de audit functie is beschikbaar voor de gebruikers van het Alfabet systeem.

#### Architectuur van het Alfabet systeem

In figuur 5 is de architectuur van de audit service weergegeven binnen de architectuur van het Alfabet systeem.

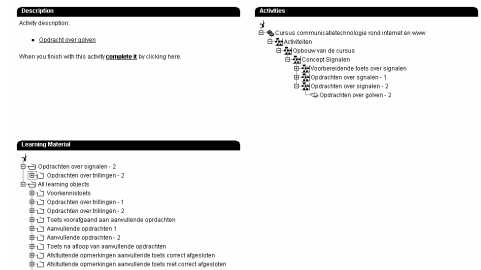


Figuur 5 systeemopzet van de audit service binnen het Alfabet systeem

De belangrijkste component van het Alfabet systeem vormt de player die het ontwerp kan interpreteren en de leerobjecten aanbiedt aan de student via de ‘workspace’ in het ‘user-interface’ (zie ook figuur 6). De dispatcher vormt een centrale communicatiecomponent die zorgt voor de uitwisseling van de gegevens tussen de verschillende componenten. Met de adaptieve en collaboratieve services wordt het leerproces verder ondersteund.

Informatie over het uitvoeren van de activiteiten alsmede de resultaten van de toetsen worden in de database opgeslagen en beschikbaar gesteld aan o.a. de audit service.

In figuur 5 is ook de interne opbouw van de audit service globaal weergegeven. Op basis van een verzoek van bijvoorbeeld een auteur vanuit het gebruikersinterface worden de relevante data voor een audit rapport opgehaald. De data worden opgeslagen in een interne database waarmee snel analyses uitgevoerd kunnen worden. In een aantal stappen wordt vanuit de gegevens in de interne database het rapport aangemaakt en aangeboden aan de aanvrager via het gebruikersinterface.



Figuur 6 Alfabet leeromgeving

In figuur 6 is een deel van de ‘workspace’ van de Alfabet leeromgeving weergegeven waarbij in het vlak linksboven de naam van de leertaak zichtbaar is waar de student mee bezig is. In het vlak rechtsboven wordt het leerpad weergegeven dat de student heeft doorlopen alsmede de activiteiten die momenteel



geadviseerd worden. Linksbeneden is een overzicht van alle leertaken beschikbaar. De manier waarop deze overzichten van de activiteiten weergegeven worden kan door de student ingesteld worden hetgeen ook bijdraagt aan de adaptiviteit van de elektronische leeromgeving.

**Audit rapporten**

Eerste life tests van het Alfanet systeem en de audit service moeten nog plaatsvinden. Wel zijn al audit rapporten beschikbaar op basis van test-runs.

In figuur 7 is (een deel) van het meest basale rapport zichtbaar waarmee een overzicht geboden wordt van de activiteiten die uitgevoerd zijn, door wie deze uitgevoerd zijn, wanneer de activiteit voor het eerst en voor het laatst uitgevoerd is en of de student aangegeven heeft dat deze de activiteit afgesloten heeft.

---

OVERVIEW OF THE ACTIVITIES FOR A GIVEN COURSE

PARAMETERS:

CourseId  
CommtechInformatica

RESULTS:

Learner / activity	First Time	Complete Time	Access Count	Status
oun11 / RemTest	7-nov-04	7-nov-04	4	compl
oun11 / Inductive	7-nov-04	7-nov-04	3	
oun11 / ConceptTest	7-nov-04	7-nov-04	2	compl
oun11 / Visual	7-nov-04	7-nov-04	1	compl

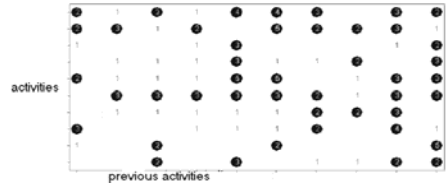
---

Figuur 7 basaal audit rapport

Ook zijn er rapporten die in meer detail informatie bieden over het leerproces, zoals:

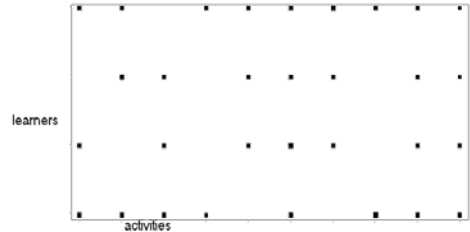
- welke studenten een bepaalde activiteit uitgevoerd hebben;

- de gemiddelde studietijd voor een bepaalde activiteit (performance indicator), afgezet tegen de geraamde studietijd (norm).



Figuur 8 audit rapport dat aangeeft in welke mate activiteiten achtereenvolgens uitgevoerd worden

Ook kan de audit informatie in verschillende grafische vormen weergegeven worden. Deze representatievormen zijn vooral bedoeld om te analyseren of het beoogde leerpad doorlopen wordt dan wel of er voorkeuren bestaan voor specifieke andere leerpaden (zie de figuren 8 en 9).



Figuur 9 audit rapport waarmee het dynamisch gedrag ten aanzien van het achtereenvolgens uitvoeren van activiteiten weergegeven wordt

**Toekomstig onderzoek**

In vervolgonderzoek willen wij de besproken audit principes valideren aan de hand van het ontwikkelde prototype van een cursus, met studenten die deze cursus bestuderen. Tevens willen we meer complexe analysefuncties gaan ontwikkelen waarmee bijvoorbeeld de

voorkeur voor bepaalde leerpaden geanalyseerd kan worden ten opzichte van de paden zoals deze zijn gedefinieerd en vastgelegd in het ontwerp. Voor deze complexere analyses zijn waarschijnlijk technieken uit de kunstmatige intelligentie nodig (zie o.a. Beck, 1999).

### Verantwoording

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Alfabet project. Het Alfabet project is gesubsidieerd door de Europese Gemeenschap en valt onder het programma voor Information Society Technologies (IST). De doelstelling van het Alfabet project is het ontwikkelen van nieuwe methoden en services voor actief leren in adaptieve leeromgevingen.

### Referenties

#### Artikelen

- Beck J.E. and Stern M. K., 1999, *Bringing back the AI to AI&ED*, Artificial intelligents in education, S.P. Lajoie and M. Vivet (eds), IOS press, Amsterdam
- Boer H. den en Zutphen L.C. van, 2002, *Business control en auditing*. Academic Service, Schoonhoven
- Distefano J. J., 1988, *Theory and problems of feedback and control systems*, Metrics editions, Schaum's Outlin series
- Geloven, M. van et al, 2004. *E-learning trends 2004: standaarden, technologie en eigendomsrecht*. Digitale Universiteit, Nederland
- Hermans H. et al, 2004, *Educational modeling language*, in W. Jochems, J. van Merriënboer, & E.J.R. Koper, *Integrated eLearning*. London: RoutledgeFalmer.
- Lindsay O. R., 1999, *From training evaluation to performance tracking*, in *Handboek of human performance technology*, H. D. Stolovitch and E.J. Keeps (eds), 2nd edition, San Francisco: Jossey-Bass/ Pfeiffer.

- Rosmalen P. van et al, 2003, *Towards an open framework for adaptive, agent-supported e-learning*, OUNL, preprint.
- Rossett A., 2002, *Walking in the night and thinking about e-Learning*, in *The ASTD e-learning handbook – best practices, strategies, and case studies for an emerging field* Allison Rossett (eds), MCG.
- Santos O. et al, 2004, *Authoring a collaborative task extending the IMS-LD to be performed in a standard-based adaptive Learning Management System called aLFanet*, AHCW, 2004.
- Soller A. et al, 1999, *Toward Intelligent analysis and support of collaborative learning interaction*, Artificial intelligents in education, S.P. Lajoie and M. Vivet (eds), IOS press, Amsterdam.
- Murray T., 1999, *Authoring intelligent tutoring systems: an analysis of the state of the art*, in *Artificial intelligence in education*, International journal of Artificial Intelligence in Education.
- Valcke, H, 2004, *Objecten ontwerpen voor samenwerkend leren*, Informatie, jaargang 46/8, blz. 26-31
- Informatie op internet**  
Alfanet: <http://alfanet.ia.uned.es/>  
LOK: <http://www.ntwpracticumnet.ou.nl/lok/>  
Epselon: <http://www.espelon.nl/>