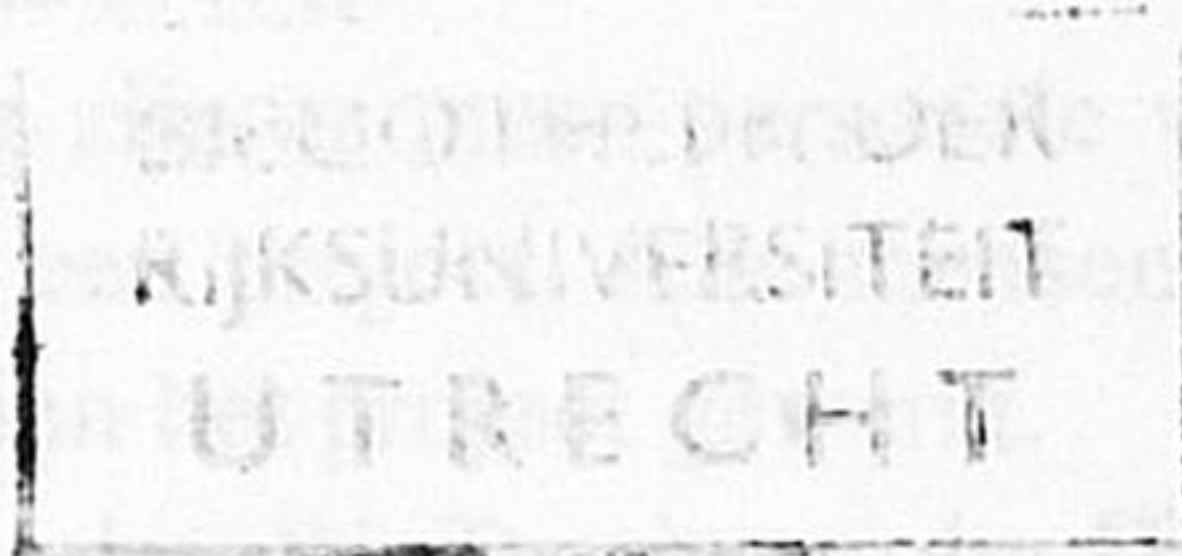


Krachtige leeromgevingen in het natuurkundeonderwijs



G. Kanselaar (red.)

m.m.v.

W. Kok

W. Troelstra

T. Poorthuis

H. Franssen

W. van Dijk

N. Peters



ISOR

Instituut voor
Onderwijsresearch



Universiteit Utrecht

Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Inleiding onderzoek naar krachtige leeromgeving

Dit verslag beschrijft een onderzoek naar het gebruik van computerprogrammatuur in het natuurkundeonderwijs in het voortgezet onderwijs.

Het doel van het onderzoek is een bijdrage te leveren aan het inzicht in de mogelijkheden en grenzen van leraren om uitdagende en krachtige leeromgevingen te realiseren met de computer. Het onderzoek bestaat uit een aantal case-studies om de mogelijkheden en grenzen van de leraar als ontwerper van krachtige leeromgevingen bij het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs te bestuderen. Met 'ontwerpen' wordt hier bedoeld het voorbereiden, plannen, vorm en inhoud geven aan een (krachtige) leeromgeving waarbij de computerleeromgeving voor een serie lessen wordt ingevuld. Het computerprogramma dat in het onderzoek vooral is gebruikt is het programma IP-Coach 4.

IP-Coach staat voor Interface Programma COACH en het is ontwikkeld door medewerkers van de universiteit van Amsterdam. Het is een software pakket, dat meten en sturen met de computer van de UIA- of UIB-kaart mogelijk maakt. IP-Coach bestaat uit een serie programma's. Een shell-programma zorgt voor de communicatie tussen de verschillende programma's van IP-Coach.

IP-Coach heeft verschillende mogelijkheden om:

1. meetgevens te verzamelen;
2. gegevens te verwerken en te analyseren;
3. uit gemeten of berekende gegevens nieuwe waarden te berekenen via een spreadsheet of modelleer programma;
4. meetgegevens te vergelijken met berekende gegevens;
5. processen/systemen te automatiseren regelen.

Het onderzoek bestaat uit twee fasen. In fase 1 in het schooljaar 1993/1994 worden van een twaalfstal docenten de voorbereiding en uitvoering van een serie lessen beschreven (interviews, observaties, lesplannen, etc.) zoals zij dat gebruikelijk zijn te doen. Ondanks deze insteek zijn deze lessen voor het grootste deel wel mede voor het onderzoek opgezet. Na deze eerste fase en voorafgaand aan fase 2 is een bijeenkomst gehouden met de docenten met literatuur, een presentatie over krachtige leeromgevingen met de theoretische achtergrond van het constructivisme, is een discussie gehouden en zijn in groepjes lesontwerpen gemaakt om een ideale les te ontwerpen. In fase twee in het schooljaar 1994/1995 worden de lessen waarbij de docent is gevraagd een meer ideale les te ontwerpen op overeenkomstige wijze beschreven en geobserveerd. De bedoeling hiervan is om na te gaan of de docenten in staat zijn om op ons verzoek en na de scholingsbijeenkomst een krachtiger leeromgeving te ontwerpen dan in de eerste fase.

Model voor de ontwerpprincipes heeft gestaan het werk van de Cognition and Technology Group at Vandebilt University (1990, 1991, 1992, 1993), zoals zij dat in het werken met video-materiaal in de z.g. Jasper-serie hebben ontwikkeld.

Hun ontwerpprincipes zijn gebaseerd op "anchored instruction". Het centrale idee hierbij is dat de aanbieder van het onderwijs verankerd moet zijn in de werkelijkheid. In Utrecht sluit dit aan bij bijv. het leefwereld nabije natuurkunde onderwijs zoals dat in het PLON-project in de zeventiger jaren is ontwikkeld. Nu worden echter nieuwe media als de computer en CD-Rom ingezet om een rijkere en krachtiger leeromgeving te bieden.

1.2 Context van het onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd met een subsidie van de SVO (Stichting voor onderzoek van het onderwijs). In de loop van het project heeft de opheffing van de SVO zijn schaduw vooruit geworpen. Er is bij dit onderzoek een groter aantal personen betrokken geweest dan was voorzien. Dit heeft nadelige invloed gehad op de continuïteit van het werk en op de contacten tussen de onderzoekers en de docenten. Des al niettemin is er met grote inzet gewerkt en zijn er veel gegevens verzameld en verwerkt.

De werving van de docenten is in december 1993 gestart. Op een brief naar scholen en docenten om te participeren in het onderzoek kwam nauwelijks een reactie. Er is via bestaande contacten van o.a. scholingsbijeenkomsten voor natuurkunde docenten en een meer persoonlijke benadering een groep docenten bij dit project betrokken die soms zeer veel extra tijd in dit project hebben gestoken. Wel zijn er tussen fase 1 en 2 met een verschillend schooljaar meer wisselingen opgetreden bij docenten en klassen dan wenselijk was voor het onderzoek. De vergelijkbaarheid tussen fase 1 en fase 2 is daarom bij enkele docenten niet gerealiseerd.

1.3 Opzet van het verslag

In hoofdstuk 2 wordt de theoretische achtergrond van het onderzoek besproken; in hoofdstuk 3 wordt de opzet van het onderzoek aan gegeven; in hoofdstuk 4 wordt het programma IP-Coach beschreven; in hoofdstuk worden de resultaten van de beschrijving van lesplannen en interviews in case beschrijvingen samengevat; in hoofdstuk 6 worden de lesobservaties weergegeven, terwijl in hoofdstuk 7 conclusies en een samenvatting worden gepresenteerd. In de Bijlagen is te zien op welke uitgebreide manier alle gegevens zijn verwerkt. Niet alle gegevens zijn echter in dit verslag opgenomen. Gedeeltelijk is dat gebeurd om het verslag leesbaar te houden in de case-beschrijvingen en voor een deel omdat verzamelde gegevens of niet voldoende betrouwbaar bleken (logboeken) of niet tussen docenten, lessen en klassen vergelijkbaar waren.

Hoofdstuk 2

Onderzoek naar het gebruik van krachtige leeromgevingen in het natuurkunde-onderwijs

2.1 Achtergronden van het onderzoek en vraagstellingen

Nieuwe elektronische media voor het onderwijs (computertoepassingen zoals simulaties; audio-visuele media zoals de CD-Rom; tele-communicatiemiddelen zoals computernetwerken, elektronische post en Internet) zijn in ontwikkeling. Deze media, waarbij interactiviteit vaak als centraal kenmerk wordt genoemd, faciliteren een open (krachtige) leeromgeving in de klas, ruimte biedend aan constructivistische opvattingen over leren, zoals ontdekkend en onderzoekend leren (exploreren) en leerling-gerichte en leerling-gecontroleerde leerprocessen (zelfregulatie-processen), die gebaseerd zijn op recente leerpsychologische inzichten. De beschikbaarheid van deze media "... maakt in principe een zeer individuele wijze van leren mogelijk: in zelfgekozen tempo, op het eigen niveau en gestuurd door eigen behoeften en belangstelling." (Eindverslag beleid nieuwe media in het Nederlandse Onderwijs 1897-1991, sept.1992, p. 4.). De term 'krachtige leeromgeving' heeft betrekking op de totale context van constructieve leerprocessen, rijk voorzien van bronnen en leermaterialen, waarbinnen sociale interactie mogelijk is en '...that are representative of the kind of tasks and problems to which the learners have to apply their knowledge and skill in the future.' (De Corte, 1990). De toepassing van computer-leeromgevingen kunnen een significante bijdrage leveren aan het ontwerp van zulke krachtige leeromgevingen.

M.b.t. de leraar hebben ervaringen met implementatie van nieuwe media, inclusief computer-leeromgevingen in het onderwijs een aantal problemen aan het licht gebracht. Deze hebben te maken (a) met onvoldoende kennis en vaardigheden bij de leraar om computers en programmatuur te gebruiken, (b) met de veranderende didactische rol van de leraar: van docerend naar meer

begeleidend en faciliterend, (c) met de organisatie van computergebruik in de klas en (d) met het zicht krijgen op leereffecten bij het gebruik van computerleeromgevingen. Juist bij meer open computerleeromgevingen lijken de problemen van de leraar met een veranderende didactische rol (b) het grootst (vergelijk Keursten, 1992). Docenten blijken vaak kennis en vaardigheden te missen om leerlingen effectief te begeleiden bij het werken met computerleeromgevingen (Cox, Rhodes & Hall, 1988).

Het voorgestelde onderzoek heeft als doel een bijdrage te leveren aan het inzicht in de mogelijkheden en grenzen van leraren om uitdagende en krachtige leeromgevingen te realiseren. Het onderzoek is, vooral om pragmatische redenen (beheersbaarheid), beperkt tot het exemplarisch bestuderen van de mogelijkheden en grenzen van de leraar als ontwerper van krachtige leeromgevingen, voor het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs en vanuit het prototype van een open computer-programma (computerleeromgeving). Met '*ontwerpen*' wordt hier bedoeld het voorbereiden, plannen, vorm en inhoud geven aan een (krachtige) leeromgeving, waarbij tevens de computerleeromgeving voor een serie lessen wordt ingevuld.

De onderzoeksvraagstellingen die dienen te worden beantwoord zijn als volgt geformuleerd:

- 1) Welke zijn binnen het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs de kenmerken van 'krachtige leeromgevingen'?
- 2) Welke gevalideerde ontwerpregels kunnen worden geformuleerd voor het creëren van dergelijke omgevingen?
- 3) Over welke kennisbasis dienen leraren te beschikken voor het ontwerpen van 'krachtige leeromgevingen'?
- 4) Welke zijn de empirisch vastgestelde grenzen van de leraar als ontwerper van dergelijke leeromgevingen?

2.2 Theoretische achtergronden

Het gebruiken van een krachtige leeromgeving wordt in de opdracht geplaatst tegen de achtergrond van recente ontwikkelingen in de leerpsychologie (constructivisme, zelfregulatie, metacognitie) en de onderwijs- of instructietheorie (situated learning en cognitive apprenticeship (Collins, Brown & Newman, 1989; Brown, J.S, Collins, A., & Duguid, R; 1989a), anchored instruction (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990, 1991, 1992, 1993),

cognitive flexibility vooral met hypertext (Spiro, e.a. 1991), communities for knowledge building (Scardamalia & Bereiter; 1996). Op een NATO-Advanced Study Institute van 26 juli tot 3 augustus 1992 op Kreta, (Kanselaar e.a., 1994, 1996) waren de vertegenwoordigers van deze "stromingen"/ richtingen aanwezig. Op grond van de discussies daar, die met name over constructivisme, conceptual change en powerful (technology based) learning environments gingen, was duidelijk dat de begrippen vaak nog beperkt theoretisch gefundeerd zijn en de verschillen in werkvormen niet principieel zijn. Wat de werkvormen betreft is er veel overeenkomst met wat in Nederland en Duitsland onder projectonderwijs werd verstaan. Het nieuwe is de rol die nieuwe media hierin spelen. Het constructivisme gaat in zijn epistemologische opvatting gedeeltelijk terug op Piaget, maar in zijn benadrukking van samenwerkend leren, distributed en shared cognition ook op Vygotsky. Enkele belangrijke kenmerken zijn: leren wordt gezien als een actief en constructief proces, waarbij kennis wordt geconstrueerd als een activiteit in een sociale en cultuurhistorische context. Constructief wil o.a. ook zeggen dat de leerling in toenemende mate (scaffolding) zelf zijn leerproces moet plannen, controleren en evalueren. Bij de leerstrategie ligt het accent op domeinspecifieke aspecten, gebruik makend van "situated", contextgebonden, realistische problemen (anchors); waarbij leren zowel "enrichment" als "conceptual change" of "restructuring" kan inhouden door zelf-ontdekkend leren. Vooral bij begrippen in het natuurkundeonderwijs wordt hiernaar veel onderzoek gedaan.

Vanuit een constructivistische opvatting is de vraag relevant hoe de verdeling van activiteiten is tussen de docent, leerling, leermiddel en medeleerling. Voor de activiteiten die dienen als voorbereiding van het leerproces, voor de presentatie van de stof, realisatie van de taakruimte (naar analogie van het begrip probleemruimte), feedback en evaluatie, gebruiken we de term didactische functie (zie Kanselaar, Vossen, Van de Perel, Havekes, Stevens, 1986, p. 106-120; Kanselaar en De Tombe, 1991). Deze didactische functies kunnen door de verschillende "agenten" ("agencies") uit de didactische vijfhoek (docent, leermiddel, leerling, medeleerling en leerstof) (Kanselaar, 1989) in meerdere of mindere mate uitgevoerd worden.

In verschillende constructivistische stromingen (o.a. Cognition and Technology Group at Vanderbilt-groep) wordt de rol van nieuwe media in het onderwijsleerproces hoog ingeschat. Met behulp van computergestuurde nieuwe media is het mogelijk situaties te creëren waarin de leerling actief

explorerend met de leerstof om kan gaan. Krachtige leeromgevingen kunnen gebruik maken van multi-pele representaties en zijn daardoor bij uitstek geschikt voor het presenteren van realistische voorbeelden, cases en modellen. Een kernbegrip hierbij is 'interactiviteit', de mate waarin een proces van wederzijdse informatieoverdracht plaats kan vinden (Erkens & Andriessen, 1994; Kanselaar et al, 1989). In open leer- en simulatieomgevingen wordt interactiviteit vooral bepaald door de mogelijkheid tot manipulatie en experimentatie. Door het manipuleren van verschillende parameters in het door de leeromgeving gerepresenteerde dynamisch model kan de leerling de consequenties van hypothesen direct onderzoeken. Van de leeromgeving vereist dit een hoge mate van flexibiliteit en transparantie van zowel representatie van het domein als van interactiemogelijkheden voor de leerling.

In dit kader is de keuze voor het vak natuurkunde in het v.o. voor het bestuderen van krachtige leeromgevingen zeer relevant. Een van de algemene doelstellingen van dit vak is, dat leerlingen inzicht dienen te verwerven in de *methode van de natuurkunde*, het bevorderen van een (natuur)-wetenschappelijke denkwijze bij de leerlingen. Het natuurkunde-onderwijs dient daartoe zodanig te worden ingericht dat juist die activiteiten aan bod komen die ook bij natuurwetenschappelijk onderzoek een rol spelen: toepassen van bestaande theorie, het creatief bedenken van aanvullende verklaringen, het doen van voorspellingen en de evaluatie van hypothesen door experimentele toetsing. Daarnaast staat ook de begripsontwikkeling van fundamentele begrippen als energie, massa, kracht, en van wetmatigheden centraal. De computer, als meetinstrument, als rekenapparaat en als simulatie-instrument kan binnen zulk onderwijs een belangrijke plaats hebben. (Vgl. De Beurs en Krol, 1991)

2.3 Opzet van het onderzoek

2.3.1 Globale opzet

Zoals is voorgesteld in de onderzoeksopdracht, wordt de kern van het onderzoek opgezet in de vorm van een reeks diepgaande gevalsstudies. De empirische gegevens die nodig zijn om de onderzoeksvragen op een adequate manier te kunnen beantwoorden worden verzameld in de praktijk van het

natuurkunde-onderwijs, bij een beperkt aantal leraren die een krachtige computer-ondersteunde leeromgeving (gaan) realiseren en bij hun leerlingen.

2.3.2 Het onderzoeksveld: keuze van deelnemende leraren cq. leerlinggroepen

De gevalsstudies, die plaats hebben op het niveau van de leraar als ontwerper van krachtige leeromgevingen, zullen worden opgezet en uitgevoerd binnen de volgende 'deelvelden':

- (a) drie in de onderbouw van brede scholengemeenschappen voor v.o. (lbo-gymnasium) (leerjaar 2/3);
- (b) drie in de bovenbouw van havo-scholen (afdelingen) (leerjaar 4), natuurkunde is keuzevak;
- (c) drie in de bovenbouw van vwo-scholen (afdelingen) (leerjaar 5), natuurkunde is keuzevak;
- (d) drie in de bovenbouw van een school voor middelbaar technisch onderwijs, specifiek in een afdeling waar het vak natuurkunde een centrale plaats heeft binnen het vakkenpakket.¹

Op deze wijze wordt een goede spreiding van gevalsstudies gerealiseerd met betrekking tot niveau en centraliteit van het vak natuurkunde binnen het totale onderwijs. Per 'deelveld' worden drie leraren natuurkunde in het onderzoek betrokken. In totaal worden zo 12 gevalsstudies parallel uitgevoerd.

2.3.3 De keuze van een krachtige computer-ondersteunde leeromgeving

Voor het vak natuurkunde in het v.o. is een aantal computerprogramma's beschikbaar (vgl. NICL-Overzichten, 1991). Slechts weinige daarvan hebben karakteristieken van een krachtige leeromgeving (vgl. Van 't Hul, Van Joolingen & Lijnse, 1988). Het 'Interface Program Coach' (IP-COACH) is te karakteriseren als een open computer-leeromgeving, waarbinnen verschillende 'tools' voor verschillende leeractiviteiten zijn geïntegreerd: voor dataverzameling

¹ Aangezien IP-Coach in het mto niet werd gebruikt zijn in overleg met SVO drie vo-scholen toegevoegd als alternatief voor mto-scholen.

middels meten, voor data-verwerking en data-representatie en voor 'modelleren', dat is het ontwerpen en testen van modelmatige representaties om zo de correspondentie tussen meetresultaten en theoretische voorspellingen te onderzoeken (De Beurs & Krol, 1991; An Excursion into Interface Program Coach, 1992; Mooldijk, 1992). Het gebruik van modellen om situaties of processen te beschrijven met wiskundige rekenvoorschriften is de kern van het programma DMS (Dynamisch Modellen Systeem), ontwikkeld door Ogborn (1985) en vertaald door het NIAM. Dit programma is opgenomen in het NIVO startpakket. Lesvoorbeelden bij dit programma zijn ontwikkeld door Van 't Hul, Kulik & Moes (1989). Door de relatieve gebruikers-onvriendelijkheid van dit programma DMS is het in de praktijk veelal vervangen door een soortgelijk programma, dat veel gemakkelijker in het onderwijs te hanteren is: het bij de Vakgroep Didactiek van de Natuurkunde van de Universiteit Utrecht ontworpen programma NEMO (zie Bronsveld, 1990).

Bij het ontwerpen en realiseren van een krachtige computer ondersteunde leeromgeving door leraren binnen dit onderzoek zullen deze programma's IP-Coach en NEMO de kern van de computer-leeromgeving vormen. Afhankelijk van de - in overleg met de participerende docenten vast te stellen - inhoud van het onderwijs tijdens de gevalsstudies, kunnen ook andere programma's worden ingezet, zoals bijvoorbeeld de programma's ontworpen bij de methode DBK-Na(tuurkunde) (zie bijv.: NICL-Overzichten, 1991 en Mooldijk, 1992)².

2.3.4 Analyse van inhoud en architectuur van de gekozen computer-leeromgeving (onderzoeksvraag 1)

De *eerste onderzoeksvraag* naar kenmerken van krachtige leeromgevingen wordt in eerste instantie - door middel van een *beperkt literatuuronderzoek* - beantwoord vanuit een analyse van leerpsychologische (constructivistische) theorieën, hieraan verwante moderne instructietheorieën (anchored instruction, cognitive apprenticeship, cognitive flexibility; zie paragraaf 2).

² Gebleken is dat IP-Coach bijna het enige programma is dat werd gebruikt, mede doordat ook simulaties met dit programma mogelijk zijn. Alleen Nemo is nog in enkele lessen gebruikt.

2.3.5 Opzet van een gevalstudie

Binnen elke gevalstudie wordt volgens dezelfde aanpak informatie verzameld in het kader van de beantwoording van de vier onderzoeks-vraagstellingen. De te verzamelen informatie heeft betrekking op het *ontwerpen* (plannen, voorbereiden, concreet vormgeven), de *realisering* (inclusief gebruik van de computer-leeromgeving) en de *leereffecten* van een krachtige computer ondersteunde leeromgeving:

- (1) een analyse van de activiteiten van de leraar bij het ontwerpen van een *krachtige computer ondersteunde leeromgeving* biedt zicht op de benodigde kennisbasis van de leraar (*onderzoeksvraag 3*) en op grenzen van de leraar als ontwerper (*onderzoeksvraag 4*);
- (2) een analyse van het gebruik van de gekozen *computer-leeromgeving*: de inhoudelijke, didactische en ergonomische implicaties en een zwakte- en sterkte-analyse van het gebruik van de gekozen computer-leeromgeving(en) vanuit de optiek van de leraar en de leerlingen geven aanvullende empirische informatie over benodigde kennis van de leraar en zijn grenzen (*onderzoeksvragen 3 en 4*) en geven aanwijzingen voor de empirische validering van ontwerpregels (*onderzoeksvraag 2*);
- (3) empirische validering van de theoretisch gefundeerde kenmerken van krachtige leeromgevingen (*onderzoeksvragen 1 en 2*), door
 - (a) evaluatie van leeractiviteiten en leereffecten die optreden bij de gekozen leeromgevingen,
 - (b) een analyse van de factoren die op deze leeractiviteiten en leereffecten van invloed zijn.

De beantwoording van onderzoeksvraag 2 naar gevalideerde ontwerpregels voor krachtige computer-leeromgevingen is steeds direct gerelateerd aan het antwoord op de overige drie onderzoeksvragen.

ad (1) **Analyse van de ontwerp-activiteiten**

In de periode van januari tot en met juli 1993 wordt door elke participerende docent een krachtige computer ondersteunde leeromgeving 'ontworpen' voor twee thema's van het jaar-curriculum van zijn/haar betrokken jaargroep. Elk thema dient een omvang te krijgen van 6 à 8 weken; het eerste thema is uit te

voeren in oktober /november (/december), het tweede thema in maart/ april (/mei) van het schooljaar 1993/1994.

De ontwerp-activiteiten hebben tenminste betrekking op de volgende aspecten: met betrekking tot *instructie-activiteiten* van de leraar:

- keuze van de leerstofinhoud per thema, mede op basis van de mogelijkheden om een computer-leeromgeving adequaat in te zetten
- nauwkeurig formuleren van leerdoelen in termen van (kwaliteit van) kennis en vaardigheden
- (plannen van) de analyse van de relevante voorkennis van de leerlingen
- het plannen van afzonderlijke instructie- en leeractiviteiten, rekening houdend met principes van recente instructietheorieën (anchored instruction, cognitive apprenticeship, cognitive flexibility; de 'cognitive change approach'; vergelijk paragraaf 2), inclusief
- het kiezen en inplannen van leermiddelen, waaronder de computer-leeromgeving;
 - het analyseren van de verdeling van de didactische functies (voorbereiden, presentatie leerstof, uitvoeren (van monitoring tot zelfregulatie), geven van feedback en (effect-)evaluatie) over de verschillende 'agenten' in de leeromgeving: leraar, methode, computer-leeromgeving, overige leermiddelen;
 - het kiezen van groeperingsvormen, eventueel werken in kleine groepen (twee- of drietallen), hetgeen tutoring door medeleerlingen mogelijk maakt en reflectie bevordert;
- het construeren van evaluatie-instrumenten.

Met betrekking tot *management-activiteiten* van de leraar:

- planning van de beschikbaarheid van leermiddelen, met name van computerhardware en -software
- planning van de klasse-organisatie, met name m.b.t. het gebruik van de computer-leeromgeving en groeperingsvormen, afhankelijk van o.m. beschikbare apparatuur en organisatorische mogelijkheden;
- planning van registratie van leeractiviteiten en -effecten van de leerlingen.

Over deze ontwerpactiviteiten wordt informatie verzameld met behulp van de volgende *onderzoeksmethoden*:

- participerende observatie

- inhoudsanalyse van het door de leraar op te leveren *schriftelijke activiteiten-verslag* en van de *les-planningsdocumenten* die het resultaat vormen van de ontwerp-activiteiten;
- half gestructureerd interview van de leraar aan het einde van het ontwerpen.

Observatie-, interview- en analyse-categorieën betreffen de volgende aspecten:

- (a) de resultaten van ontwerp-activiteiten,
- (b) optredende knelpunten bij het ontwerpen en oplossingen (c.q. niet-oplossingen) daarvoor,
- (c) benodigde c.q. ontbrekende kennis/vaardigheden bij de leraar om op een adequate wijze een krachtige leeromgeving te ontwerpen en gekozen oplossingen voor problemen terzake:
 - kennis van moderne leerpsychologie en instructietheorieën,
 - kennis van computers, computer ondersteund onderwijs, gekozen computer-leeromgeving(en)
 - management/organisatie-vaardigheden van de leraren.

De zo verkregen informatie wordt *binnen* elke gevalstudie *kwalitatief geanalyseerd* en beschreven in systematische overzichten van ontwerp-activiteiten, knelpunten en oplossingen; *tussen gevalstudies* wordt de verkregen informatie over de verschillende aspecten (a-c) op detailniveau *kwantitatief geanalyseerd* door middel van rechte tellingen. (Hoe vaak komt iets voor binnen de totale groep van deelnemende leraren?)

ad (2) analyse van het gebruik van de computer-leeromgeving

Om na te kunnen gaan wat de inhoudelijke, ergonomische en didactische implicaties zijn van het gebruik van de gekozen computer-leeromgeving (IP-Coach) voor de leraar (onderzoeksopdracht p. 2, punt d) is het noodzakelijk deze computer-leeromgeving te analyseren in de context van de totale, krachtige leeromgeving (vgl. Salomon, 1992). Deze worden in het kader van dit onderzoek op twee momenten in het schooljaar 1993/1994 gerealiseerd: een in oktober /november (/december) en een in maart/april (/mei). Ook een zwakte- en sterkte-analyse van het gebruik van de gekozen computer-leeromgeving(en) vanuit de optiek van de leraar en de leerlingen (onderzoeksopdracht p. 2, punt f) is alleen op een adequate wijze mogelijk binnen deze totale context.

Inhoudelijke implicaties hebben betrekking op veranderingen in de inhoud van het natuurkunde-onderwijs die samengaan met het realiseren van

een krachtige computer ondersteunde leeromgeving. Het natuurkunde-onderwijs kan zich meer gaan richten op begripsontwikkeling, op basis van inzicht in verschijnselen die gedeeltelijk realistisch worden gepresenteerd, gedeeltelijk gesimuleerd worden.

De *ergonomie* van het gebruik van een computer-leeromgeving wordt hier opgevat in termen van beschikbaarheid van de juiste (computer-)hardware en software, en wel in die mate dat de krachtige leeromgeving op een adequate wijze gerealiseerd (georganiseerd) kan worden in de context van de schoolorganisatie (bijvoorbeeld: voldoet werken in computerlokaal, of is eigen apparatuur voor natuurkunde nodig?). Daarnaast betreft de ergonomie ook de mogelijkheden om door het gebruik van computer-leeromgevingen (simulaties) natuurkundige verschijnselen te bestuderen die zonder computer te kostbaar, gevaarlijk of ingewikkeld zouden zijn om door de leraar te worden aangeboden.

Informatie over deze aspecten wordt verzameld m.b.v. *half gestructureerde interviews* met de 12 betrokken leraren, na afloop van een uitgevoerd thema. De zo verkregen gegevens worden voornamelijk *kwalitatief geanalyseerd* en beschreven, zowel in termen van inhoudelijke en ergonomische implicaties als in termen van sterkte-zwakte-analyses vanuit de optiek van de leraar. Waar mogelijk worden de gegevens *gekwantificeerd* over de gevalstudies.

Didactische implicaties hebben betrekking op een veranderende rol van de leraar (en wellicht van de methode) in het natuurkunde-onderwijs als gevolg van het realiseren van krachtige leeromgevingen en het gebruik van computer-leeromgevingen daarbinnen (zie ook par. 1). De verdeling van de didactische functies over de verschillende 'agenten' in het onderwijs wijzigt zich. Bovendien zal er sprake (kunnen) zijn van veranderende didactische strategieën, gefaciliteerd door de computer-leeromgeving: computer-leeromgevingen bieden mogelijkheden voor 'krachtige' didactische strategieën: 'modelling', 'coaching', 'scaffolding' ('cognitive apprenticeship'), articulatie, reflectie, exploratie en generalisatie (zie Collins, 1989; DeCorte, 1990).

Informatie over dit aspect zal worden verkregen door een analytische beschrijving van de feitelijk gerealiseerde krachtige leeromgeving, inclusief de gebruikte computer-leeromgeving, m.b.t. de volgende aspecten:

- (a) de feitelijke verdeling van didactische functies (voorbereiden, presenteren, uitvoeren, feedback, evaluatie) over 'agenten' (leraar, leerboek/methode, computer-leeromgeving, medeleerling): wie doet wat?
- (b) de bestede tijd, verdeeld over de verschillende 'agenten'

meetinstrumenten:

- door de leraar bij te houden logboeken/lesformulieren, met registratie van activiteit en tijdsbesteding
- beperkt aantal observaties (van elke leraar 10% van de lessen van een thema), ter validering van de logboeken

analyse: kwantitatief beschrijvende analyses

- (c) het feitelijk instructie-gedrag en management-gedrag van de leraar

meetinstrumenten

- beperkt aantal observaties (van elke leraar 10% van de lessen van een thema) met behulp van het observatie-instrument: schaal 'management en instructievaardigheden van de leraar' (Veenman, Lem, Voeten, Winkelmolen, & Lassche, 1986) met als observatie-categorieën: (a) instructie-vaardigheden, (b) organisatie van de instructie, (c) materiaal en ruimte, (d) afstemming van de instructie, (e) omgaan met storingen

analyse: berekenen van somscores per observatie-categorie

ad (3) evaluatie van leeractiviteiten en leereffecten binnen een gevalstudie

De *leeractiviteiten van de leerling* worden, bij een beperkte aselechte steekproef van 10 leerlingen per participerende leraar, in kaart gebracht met behulp van de volgende *meetinstrumenten*:

- (a) door de leerling bij te houden *logboeken*, waarin de besteding van tijd aan verschillende leeractiviteiten, omschreven in globale categorieën, wordt bijgehouden;³ (zie Bijlage 12)

³ Het invullen van de logboeken door de leerlingen bleek vaak in de belte gebeuren en onvoldoende betrouwbare informatie op te leveren voor analyse.

(b) door een reconstructie van het werken met de computer-leeromgeving door de leerling, m.b.v. een te construeren 'computer-shell' die alle toetsaanslagen van de leerling registreert.⁴

Deze gegevens worden *kwantitatief - beschrijvend geanalyseerd*, aan de hand van een - op te stellen - overzicht van leeractiviteiten. Hierbij wordt aangesloten bij categorisering van leeractiviteiten van Vermunt (1992), De Jong (1992) en Boekaerts en Simons (1993).

De *leereffecten* worden gemeten in termen van kwalitatieve wendbaarheid van begrippen: de mate waarin leerlingen correcte kwalitatieve redeneringen over het begrip kunnen herkennen en produceren. Als *meetinstrument* wordt, tezamen met participerende leraren, een toets ontwikkeld die bestaat uit: (a) een open gedeelte: in hoeverre kunnen leerlingen zelf correcte redeneringen produceren, en (b) een gesloten gedeelte: in hoeverre kunnen leerlingen een gegeven redenering als correct of incorrect beoordelen.⁵

Vanuit de verkregen analytische beschrijving van leeractiviteiten en de gemeten leereffecten van de leerlingen binnen de gerealiseerde krachtige computer-ondersteunde leeromgevingen is het mogelijk

- (1) een empirische validering van de theoretisch gefundeerde kenmerken van krachtige leeromgevingen uit te voeren (*onderzoeksvragen 1 en 2*), door vast te stellen of de gewenste leeractiviteiten en leereffecten optreden bij de gekozen leeromgevingen,
- (2) inzicht te krijgen in sterke en zwakke kanten van de computer-leeromgeving(en) vanuit de optiek van de leerling, door een analyse van de factoren, zowel binnen als buiten de computer-leeromgeving, die op deze leeractiviteiten en leereffecten van invloed zijn,
- (3) door, in een *kwantitatief-beschrijvende analyse*, de leeractiviteiten en de leereffecten te correleren aan kenmerken van het feitelijk gerealiseerde onderwijs (leraarsgedrag, effectieve leertijd, verdeling leertijd over leeractiviteiten).

⁴ Aangezien de leerlingen inmiddels een Windows-versie met muisbesturing gebruikten is van deze registratie afgezien.

⁵ De verschillen in onderwerpen en toetsen is zo groot dat de resultaten op de toetsen niet zijn meegenomen in de verslaggeving.

2.4 Uitvoering van het onderzoek: samenwerkingsverbanden

Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen een regulier samenwerkingsverband van het VF-programma 'Vormgeving van Onderwijsleerprocessen' (prof. dr. G. Kanselaar) en het 2e/3e geldstroom programma 'Vormgeving van Onderwijsaanbod' (dr. W.A.M. Kok), beide van het ISOR Onderwijsonderzoek. Prof. dr. P. Lijnse van de Vakgroep Didactiek van het Natuurkundeonderwijs (Universiteit van Utrecht) zal in adviserende zin in het onderzoek participeren.

Schematisch overzicht van technisch ontwerp en de instrumenten

Onderzoeksvragen

Welke zijn binnen het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs de kenmerken van 'krachtige leeromgevingen', uitgedrukt in termen van recente ontwikkelingen in de technologie en de cognitieve psychologie? Welke gevalideerde ontwerpregels kunnen worden geformuleerd voor het creëren van dergelijke omgevingen? Over welke kennisbasis dienen leraren te beschikken voor het ontwerpen van 'krachtige leeromgevingen'? Welke zijn de empirisch vastgestelde grenzen van de leraar als ontwerper van dergelijke leeromgevingen?

Type onderzoek

12 gevalsstudies

Wijze van dataverzameling

literatuuronderzoek; participerende observaties; inhoudsanalyse van activiteiten-verslagen en lesplannings-documenten; halfgestructureerde interviews; observaties; logboeken/lesformulieren leraren; logboeken leerlingen; computer-registratie van leeractiviteiten; kennistoetsen

Populatie

leraren natuurkunde in het V.O.

Steekproefomvang

selectie van 12 leraren

Te meten variabelen

kenmerken van krachtige computer-leeromgevingen; ontwerpactiviteiten van de leraren; knelpunten bij het ontwerpen en oplossingen daarvoor; benodigde kennis/vaardigheden van de leraren bij ontwerpactiviteiten; feitelijk instructie- en managementgedrag van de leraren; leeractiviteiten van de leerlingen; leereffecten in termen van kwalitatieve wendbaarheid van begripkennis.

Beschikbare instrumenten

observatie-instrument schaal 'management en instructievaardigheden van de leraar' (Veenman, Lem, Voeten, Winkelmolen, & Lassche, 1986).

Te ontwikkelen instrumenten

analyse-instrument computer-leeromgevingen (mede op basis van het courseware-beoordelingsinstrument van Kanselaar en De Tombe, 1991); observatieschema's; raamwerken half-gestructureerde interviews; logboeken/lesformulieren; 'computer-shell'; kennistoetsen.

Eenheid van analyse

computer-leeromgeving; leraar; leerling

Analyseprocedure

kwalitatief-beschrijvende analyses van ontwerp-activiteiten (inclusief knelpunten en benodigde kennis) en instructie- en management activiteiten van de leraren; kwantitatief beschrijvende analyses d.m.v. rechte tellingen van activiteiten van de leraren over de 12 gevalsstudies; kwantitatief-beschrijvende analyses d.m.v. rechte tellingen van leeractiviteiten; kwantitatief-beschrijvende analyses (ruwe scores, gemiddelden en s.d.) van leereffecten; kwalitatief-beschrijvende analyses van relatie van leeractiviteiten en leereffecten met kenmerken van feitelijk gerealiseerd onderwijs.

Hoofdstuk 3

Vraagstelling en opzet onderzoek

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk betreft de vragen en de opzet van het onderzoek. De vragen zijn overgenomen uit de onderzoeksaanvraag (Kanselaar, 1992) en daarna toegevoegd door middel van een specificatie in deelvragen. De opzet betreft de structuur van het onderzoek als geheel. De meer gedetailleerde uitwerking in deelonderzoeken volgt in latere hoofdstukken. De opzet is voor het grootste deel gelijk aan die in de onderzoeksaanvraag, al zijn er op een aantal punten afwijkingen. De reden waarom is afgeweken komt later aan de orde bij de meer gedetailleerde uitwerking.

Het hoofdstuk is als volgt opgebouwd. Begonnen wordt met de vraagstellingen (3.2). In de volgende paragraaf staat de opzet van het onderzoek als geheel (3.3). Daarna volgt de relatering van de onderzoeksaanpak aan de gestelde vragen: op welke wijze worden antwoorden verkregen (3.4). De afsluiting (3.5) bestaat uit een tijdsplanning van het project.

3.2 Vraagstellingen

Computers bieden nieuwe mogelijkheden voor presentatie en verwerking van informatie. Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven bieden ze ruimte aan constructivistische opvattingen over leren, zoals ontdekkend en onderzoekend leren (exploreren) en leerlinggerichte en leerling gecontroleerde leerprocessen (zelfregulatie). Computers kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het creëren van krachtige leeromgevingen (DeCorte, 1989; 1990).

Ervaringen met computer-ondersteund onderwijs hebben voor de leraar een aantal problemen aan het licht gebracht (Keursten, 1992; Cox, Rhodes & Hall, 1988), onder andere betreffende de beschikbaarheid, het inpassen in het on-

derwijsleerproces en de mate waarin computers gebruiksvriendelijk zijn. De vraag is of soortgelijke problemen zich ook voordoen bij natuurkundeleraren in het voortgezet onderwijs, die verhoudingsgewijs meer van computers gebruik maken.

Eind 1992 is een subsidie-aanvraag ingediend voor onderzoek naar het functioneren van natuurkundeleraren. *Het doel van het onderzoek is een bijdrage te leveren aan het inzicht in de mogelijkheden en grenzen van natuurkundeleraren om krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen te realiseren.*

De volgende vraagstellingen zijn geformuleerd:

- 1 Welke zijn binnen het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs de kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen, uitgedrukt in recente ontwikkelingen in de technologie en de cognitieve psychologie?
- 2 Welke gevalideerde ontwerpregels kunnen worden geformuleerd voor het creëren van dergelijke omgevingen?
- 3 Over welke kennisbasis dienen leraren te beschikken voor het ontwerpen van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?
- 4 Welke zijn de empirisch vastgestelde grenzen van de leraar als ontwerper van dergelijke leeromgevingen?

Bij de onderzoeksvragen staat het begrip 'krachtige, computer ondersteunde leeromgeving' (ook wel aangeduid met de afkorting 'klo') centraal. De vragen betreffen respectievelijk de *kenmerken*, het *ontwerpen*, de hiervoor bij leraren vereiste *kennisbasis* en de *grenzen* bij het ontwerpen. Het ontwerpen betreft het formuleren van leerdoelen en aandacht voor de randvoorwaarden om de doelen te kunnen bereiken.

De kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen gebaseerd op constructivistische opvattingen en technologische ontwikkelingen, zijn vanuit de literatuur bekend (zie hoofdstuk 2). In het onderzoek worden ze ingepast binnen het kader van natuurkundelessen. Hoe natuurkunde-leraren er mee omgaan is nog onvoldoende bekend. Het formuleren van leerdoelen bij het ontwerpen staat op gespannen voet met ideeën betreffende de actieve inbreng van de leerling binnen het constructivisme.

Per hoofdvraag dringt een nadere uitwerking zich op.

Vraag 1: In hoeverre worden kenmerken van klo's bij het lesgeven gerealiseerd? Wat is de mening van de leraren over dergelijke vernieuwde vormen van onderwijs? Zijn hun opvattingen in beweging of eerder stabiel? Welke rol speelt de computer bij het lesgeven? Welke didactische mogelijkheden zien leraren ten aanzien van dit medium? Hoe en met welk resultaat wordt gebruik gemaakt van ontwikkelde software?

Vraag 2: Kunnen leraren klo's ontwerpen? Bestaat er voldoende bereidheid daartoe? Welke (tijds)investeringen vraagt het ontwerpen van klo's? Zijn de condities toereikend?

Vraag 3: Zijn leraren in voldoende mate op de hoogte van de kenmerken van klo's? In hoeverre zijn leraren bekend met theoretische achtergronden van klo's? Leidt meer kennis hieromtrent tot een veranderde houding?

Vraag 4: Welke belemmeringen (in de school, klas, leermateriaal, leerlingen of anderszins) ervaren leraren bij het plannen en realiseren van klo's? Zijn voldoende computers aanwezig? Voldoen ze aan de gestelde eisen?

De deelvragen specificeren op een aantal punten de hoofdvragen. Bovendien geven ze een scherper zicht op de wijze waarop de vragen in het onderzoek zijn geïnterpreteerd en richting hebben gegeven aan het verloop van de onderzoeksactiviteiten. Tezamen betreffen de deelvragen aspecten van onderwijsleersituaties die beter in samenhang dan ieder afzonderlijk bestudeerd kunnen worden. Dit gegeven en de beschikbare tijd en middelen hebben er toe geleid dat gekozen is voor casestudies, waarbij slechts een beperkt aantal leraren is betrokken. De verwachting is dat een beperking van het aantal te onderzoeken personen kan leiden tot een grotere diepgang, die opweegt tegen de nadelen verbonden aan het ontbreken van representativiteit ten aanzien van een grotere populatie.

3.3 De opzet van het onderzoek

Globale structuur

Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen:

- * een definitiestudie van kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen
- * twee deelonderzoeken.

Een twaalftal natuurkunde-leraren is gevraagd twee maal een reeks natuurkundelessen te geven over 3 tot 4 weken. Gekozen is voor een aanpak via gevalstudies. *De twee reeksen lessen per docent worden als een casus beschouwd.* In totaal zijn er dus twaalf casussen gepland.

De twee deelonderzoeken zijn exploratief en beschrijvend van aard. Bij de twaalf natuurkunde-leraren wordt nagegaan in hoeverre en hoe tijdens het lesgeven krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen worden ontworpen en gerealiseerd.

Tussen de beide reeksen van lessen heeft een interventie plaats van de kant van de onderzoekers. Tijdens een workshop van één dag wordt informatie verstrekt over recente opvattingen uit de leer- en instructietheorie en worden ideeën uitgewisseld over het ontwerpen van dergelijke leeromgevingen. Het uitdrukkelijke verzoek is de verkregen informatie toe te passen in de tweede lessenreeks.

Het eerste deelonderzoek (fase 1) heeft plaats *vóórdát* over klo's in theoretische zin is gesproken. Er is derhalve nog geen sprake van beïnvloeding door de onderzoekers. Het tweede deelonderzoek (fase 2) heeft plaats *nadat* theoretische en praktische informatie over klo's aan de betreffende docenten is verstrekt.

Schematisch is de opzet van het onderzoek als volgt weer te geven:

Tabel 3.1 Opzet onderzoek

definitiestudie betreffende klo's
deelonderzoek 1: lessenreeksen 12 leraren (fase 1)
workshop
deelonderzoek 2: lessenreeksen 12 (dezelfde) leraren (fase 2)

In de beide deelonderzoeken is informatie verzameld betreffende het ontwerpen (plannen, voorbereiden) en het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen.

De ontwerp en lesactiviteiten betreffen:

- * instructie-activiteiten van de leraar
 - de keuze van de leerinhoud mede in verband met het inzetten van een computer leeromgeving
 - het formuleren van leerdoelen
 - de analyse van voorkennis van de leerlingen
 - het plannen van instructie- en leeractiviteiten (de keuze van leermiddelen, de didactische organisatie van de les, groeperingsvormen, het construeren van evaluatie-instrumenten)
- * management-activiteiten van de leraar
 - beschikbaarheid leermiddelen
 - planning klasseorganisatie

De doelstellingen van de workshop waren:

- * kennismaken met de constructivistische leertheorie
- * uitwisseling van ervaringen
- * samen lesontwerpen maken mede op grond van constructivistische ideeën.

De workshop omvatte drie hoofdonderdelen:

- * een inleiding over het doel en de achtergronden van het onderzoek. Hierbij wordt tevens een videoband van de "Adventures of Jasper Woodbury" vertoont. Deze is afkomstig van de Vanderbilt universiteit (Nashville) waar, als uitwerking van constructivistisch onderwijs met anchored instruction wordt gewerkt.
- * een samenvatting van de eerste fase van het onderzoek en uiteenzetting betreffende de opzet van de tweede
- * de uitwerking van ideeën voor lessenreeksen in het tweede deel van het jaar.

In de inleiding betreffende het doel en de achtergronden van het onderzoek kwam aan de orde:

- de mogelijkheden en grenzen van de computer in het natuurkunde-onderwijs
- de mogelijkheden en grenzen van de docent als ontwerper
- recente ontwikkelingen in de leertheorie
- het begrip krachtige leeromgeving
- de docent als ontwerper

Gedurende de bijeenkomst is literatuur besproken, een videoband vertoond en zijn enkele voorbeelden gegeven. Tot slot zijn de ideeën betreffende te geven lessen geïnventariseerd en zijn er lesontwerpen in subgroepen gemaakt. Prof. Dr. P. Lijnse, bijzonder hoogleraar vakdidactiek natuurkunde-onderwijs, heeft een bijdrage geleverd aan de workshop en de discussie geleid.

De selectie van de leraren

Voor het onderzoek zijn 12 docenten geselecteerd. Conform de subsidie-aanvraag (p.5) is getracht een vertegenwoordiging te krijgen vanuit diverse schooltypen, zowel wat betreft de onderbouw als de bovenbouw. De werving van leraren is gebeurd op grond van vrijwillige aanmelding. Namen van docenten zijn onder andere verkregen via her- en bijscholing vanuit de universitaire vakdidactische lerarenopleiding en via contacten met scholen uit de omgeving van Utrecht. Bij de aanname gelden de volgende criteria:

- minimaal 3 jaar onderwijservaring
- enige ervaring met het gebruik van de computer (gedurende het laatste schooljaar is de computer tenminste 3 keer als leermiddel gebruikt).

Door omstandigheden is het mbo uitgevallen. Op het mbo bleek dit programma geen onderdeel van het curriculum uit te maken. In overleg met SVO is toen gekozen voor uitbreiding van 9 naar 12 scholen in het voortgezet onderwijs. Het onderstaande schema geeft een overzicht van de betrokken typen van scholen, de klassen en de onderwerpen per les.

Tabel 3.2 Typen van scholen, klassen en onderwerpen

<i>fase 1</i>												
docent	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
schoolt.		lbo/vwo	havo	vwo	vwo		vwo	havo	vwo	vwo	vwo	
klas		3	4	2	4		3	4	5	5	5	
onderw.		?	tril.	tril.	mech.		nemo	mech.	onderz.	inductie	boyle	
<i>fase 2</i>												
docent	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
schoolt	vwo	lbo/vwo	havo	vwo	vwo	vwo		vwo	havo	havo		vwo
klas	5	1	4	2	6	4		4	4	4		5
onderw.	mech.	?	New.	afkoel.	model.	kinem.		boot	model.	arbeid		?

Per schooltype is aan de leraren gevraagd bij deelonderzoek 1 en 2 krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen te realiseren over tevoren bepaalde vakinhoudelijke thema's (onder andere warmteleer, elektriciteit en mechanica). Tijdens het overleg bleek het niet te realiseren om de docenten zoveel mogelijk dezelfde thema's te laten behandelen. De vakinhoudelijke vergelijking is daardoor niet aanwezig. Voor het vak natuurkunde is een aantal computerleeromgevingen beschikbaar (NICL-overzichten, 1991). Het 'Interface Program Coach' (IP-coach) is een open computer leeromgeving, waarbinnen verschillende 'tools' voor leeractiviteiten (zie ook hoofdstuk 4). DMS (Dynamisch Modellen Systeem) is bedoeld om situaties of processen te beschrijven aan de hand van wiskundige rekenvoorschriften. Het programma NEMO (Numerieke Educatieve Modeller) is ontwikkeld door de Vakgroep Didactiek van de Natuurkunde van de Universiteit van Utrecht. Het is een bewerking Van DMS. Omdat in IP-Coach 4 de mogelijkheid van het uitvoeren van simulaties is opgenomen, wordt NEMO bijna niet meer gebruikt.

De gekozen docenten zijn niet representatief voor een grotere populatie. Gezien de opzet en doelstellingen van het onderzoek vormt het ontbreken van representativiteit geen bezwaar. Generaliseren is door een dergelijke selectie niet mogelijk. Een beperkte generalisatie is echter inherent aan 'diepgaande gevalsstudies, onder andere met als doel grenzen te onderzoeken'. De betrokken docenten zijn relatief actief in nascholingsactiviteiten en een meer dan

gemiddelde gebruiker van de computer. Dit om de grenzen van het ontwerpen van klo's te exploreren.

Onderzoeksmethoden

Informatie betreffende de lessenreeksen van de 12 leraren in fase 1 en 2 wordt als volgt verzameld:

- * gestructureerde interviews van de leraren (als bron in het vervolg aan te duiden met de hoofdletter B), zowel aan het begin als aan het eind van beide fasen (in totaal dus 4 interviews per docent)
- * observaties (als bron in het vervolg aan te duiden met de hoofdletter A) tijdens het lesgeven met behulp van een instrument dat gebaseerd is op '*Management en instructievaardigheden van de leraar*' (Veenman, Lem, Voeten, Winkelmolen, & Lassche, 1986) en gedurende dezelfde les video-registraties
- * analyse van andere bronnen:
 - activiteiten verslag van de leraar
 - door de leraar bij te houden logboeken
 - lesplanning door de docent
 - leerlingtoetsopgaven en uitwerking van de toetsen
 - evaluatieformulieren

De instrumenten gebruikt bij de analyse van de bronnen zijn opgenomen in Bijlagen. Hieronder volgt een beknopte omschrijving en de wijze waarop ze zijn gebruikt.

In de eerste fase van het onderzoek is bijgehouden hoeveel tijd de docenten hebben besteed aan diverse activiteiten, zoals het maken van materiaal en managementactiviteiten. De gegevens zijn verzameld in een *activiteitenverslag*, in het vervolg aan te duiden met de hoofdletter D.

De *logboeken* bestaan uit 4 vragen betreffende het verloop van de les en problemen die zich tijdens de les voordoen. De logboeken worden aan alle docenten uitgedeeld en per les ingevuld. Over het algemeen zijn ze beknopt ingevuld. De logboeken worden in het vervolg als bron aangeduid met de hoofdletter E.

De docent maakt van iedere les tevoren een *lesplanning* met daarin de inhoud van de les, het te gebruiken materiaal en de tijdsindeling. De lesplanning is gemaakt met behulp van een formulier. Van de meeste lessen is een lesplan-

ning aanwezig, zij het vaak beknopt. De lesplanning wordt in het vervolg als bron aangeduid met de hoofdletter C.

Aan het eind van de reeks theorie- en practicumlessen wordt een *leerlingtoets* afgenomen. Er zijn suggesties gedaan voor het opstellen van de toetsen wat betreft inhoud en vormgeving. In de meeste gevallen zijn de suggesties overgenomen. Soms heeft de betrokken docent echter gekozen voor een afwijkende vorm van evalueren, bijvoorbeeld in de vorm van een verslag. Helaas zijn de toetsen niet altijd afgenomen en vanwege verschillende onderwerpen en verschillende docenten niet volgens dezelfde norm beoordeeld. De toetsgegevens zijn daarom niet goed bruikbaar binnen het onderzoek. De toetsen zijn als bron aangeduid met de hoofdletter F, de uitwerking met de hoofdletter G.

Het tijdens de lessen gebruikte *lesmateriaal* wordt als bron aangeduid met de hoofdletter H.

De leerlingevaluatieformulieren bestaan uit vragen met betrekking tot ervaringsgegevens betreffende de lessen en de gehanteerde informatiebronnen. De leerlingen moeten aangeven van welke "bron" ze het meeste geleerd hebben. In de eerste en tweede fase zijn de leerlingevaluatieformulieren nauwelijks of niet betrouwbaar ingevuld bij gebrek aan tijd (zie Bijlage 12 voor de leerlingformulieren)

Het volgende schema bevat een overzicht van de gebruikte instrumenten en de aanduiding als bron.

Schema 3.3 Instrumenten en codering

instrumenten	aanduiding met hoofdletter
observaties	A
interviews	B
lesplanning	C
activiteitenverslag	D
docenten logboek	E
leerlingtoetsopgaven	F
uitwerkingen	G
gebruikte lesmaterialen	H

De informatie verkregen uit diverse bronnen wordt met elkaar vergeleken om de betrouwbaarheid te verhogen van de interpretatie van de casussen. De gebruikte lesmaterialen zijn geraadpleegd in relatie met de interviews. De

opzet, het verloop en de resultaten van onderzoeken volgens een bepaalde methode komen in de volgende hoofdstukken aan de orde: het onderzoek met interviews in hoofdstuk 5 en de observaties in hoofdstuk 6. De analyse van de overige bronnen is hierbij geïntegreerd.

3.4 Beantwoording onderzoeksvragen

Het *definitiestudie* geeft antwoord op de vraag wat te verstaan onder krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen en wat daarvan in theorie de kenmerken zijn. De verkregen inzichten vormen de basis voor het empirische onderzoek.

Het onderzoek door middel van *interviews* geeft antwoord op de vragen betreffende de kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen, zowel in de ontwerpfase als tijdens de realisatie (de vragen 1 en 2). Er is speciale aandacht voor het functioneren van computers tijdens het lesgeven. Het onderzoek door middel van rechtstreekse *observaties* geeft vooral wat betreft de realisatie aanvullende informatie, die tevens dient als controle op de interviewgegevens.

Op grond van nadere analyses zijn antwoorden te vinden met betrekking tot de kennisbasis van de leraar en zijn grenzen als ontwerper van klo's (vraag 3 en 4). Een vergelijking tussen interview-gegevens in fase 1 en 2 levert aanvullende inzichten op wat betreft de benodigde kennisbasis en de condities voor ontwerpprocessen. De informatie verkregen op grond van analyses van de andere bronnen functioneert als aanvulling, waarbij uiteraard tevens wordt gelet op eventuele inconsistenties.

3.5 Tijdsplanning

De planning van de onderdelen van het onderzoek is als volgt:

de lessenreeks in fase 1:	schooljaar 1993/1994
de workshop (bijscholing):	oktober 1994
de lessenreeks in fase 2:	schooljaar 1994/1995.

Door de overgang tussen twee schooljaren hebben meer personele wisselingen en wisseling van klassen plaatsgevonden dan verwacht. Dit maakt de vergelijkbaarheid tussen de twee fasen bij een aantal scholen minder groot.

Hoofdstuk 4

Kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen

4.1 Korte beschrijving IP-Coach 4

4.1.1 Algemene inleiding

IP-Coach staat voor Interface Programma COACH. Het is een software pakket, dat meten en sturen met de computer van de UIA- of UIB-kaart mogelijk maakt. IP-Coach bestaat uit een serie programma's. Een shell-programma zorgt voor de communicatie tussen de verschillende programma's van IP-Coach. Het pakket vormt een open leeromgeving voor zelfontdekkend leren en probleemoplossen bij de natuurwetenschappelijke en technische vakken. Het pakket is geschreven voor IBM-pc's en compatibels. De meest gebruikte versie tijdens het onderzoek is IP-Coach 4.

IP-Coach heeft verschillende mogelijkheden om:

1. meetgevens te verzamelen;
2. gegevens te verwerken en te analyseren;
3. uit gemeten of berekende gegevens nieuwe waarden te berekenen via een spreadsheet of modeller programma;
4. meetgegevens te vergelijken met berekende gegevens;
5. processen/systemen te automatiseren en regelen.

Open leeromgeving

Er kan van programma gewisseld worden met behoud van belangrijke informatie. Alle programma's hanteren dezelfde gebruikers-interface, wat gewening aan een nieuw programma aanzienlijk vereenvoudigt. Zo is de computer naar eigen inzicht te gebruiken als meet- en regelinstrument en beschikt de gebruiker over een 'kladblok' voor de uitwerking van proeven.

Tijdrovende taken worden door de computer overgenomen, een wijziging in het experiment kan eenvoudig worden nagerekend. Met dit al is er meer tijd voor begripsontwikkeling.

Gesloten leeromgeving

In IP-Coach is het mogelijk om slechts een beperkt deel van de programmabestanden in de shell op te nemen. Zo kan het pakket van een open leeromgeving, met vrij te kiezen 'gereedschappen' voor probleemoplossing, worden omgebouwd tot een gesloten leeromgeving, op maat gesneden voor bepaalde toepassingen. Het is mogelijk kant en klare leerlingproeven in te stellen voor het meten en analyseren van meetgegevens. Het maken van een IP-Coach proef komt neer op de definitie van geautomatiseerde handelingen (macro's), aanmaken van en verwijderen van niet-relevante opties uit het menu. Zulke IP-Coach proeven kunnen door leerlingen gebruikt worden die weinig of geen ervaring hebben met het programma.

4.1.2 Het programma

Het shell-programma

Het shell-programma van IP-Coach zorgt voor de communicatie tussen de deelprogramma's. Een IP-Coach programma start altijd vanuit de shell. In de bovenbalk op het scherm staat het hoofdmenu van IP-Coach. Bij het beëindigen van een programma komt de gebruiker altijd terug in het hoofdmenu. Wanneer IP-Coach wordt uitgebreid met een nieuw programma, kan dat in de shell worden toegevoegd aan het hoofdmenu.

Deelprogramma's

Voor IP-Coach zijn de volgende programma's beschikbaar:

Ijking (IJK): Een sensor verbonden met een analoog kanaal van de interfacekaart geeft een signaal af in de vorm van spanningen. Ijking biedt de mogelijkheid om een relatie te leggen tussen de afgegeven spanning en de gemeten grootte. Ijkingen worden gebruikt in de meetprogramma's.

Multiscoop (MLT): Multiscoop maakt meten van signalen in de tijd mogelijk. De waarden van maximaal vier grootheden kunnen gelijktijdig worden gemeten en tijdens de meting op verschillende manier in diagrammen worden

uitgebeeld. Een grafiek kan worden vergroot, waarden van meetpunten kunnen worden uitgelezen.

Demometer (DEM): De demometer biedt vier typen meetprogramma's in vier deelprogramma's. In tegenstelling tot de andere programma's van IP-Coach worden de meetwaarden als getal afgebeeld. *ANALOOG* meet maximaal vier analoge signalen (spanningen). *TIJDSDUUR* meet tijdsintervallen tussen spanningspieken, *TELPULSEN* registreert het aantal pulsen in een tijdsinterval (toont dit aantal of de frequentie) en *PULSDUUR* meet de pulsbreedte van pulsen.

Stapmeting (STP): Lijkt op Multiscoop behalve dat de metingen niet met een vaste bemonsteringsfrequentie plaatsvinden, maar getriggerd worden door pulsen. Elke puls, die geregistreerd wordt door de teller-ingang op de interfa- cekaart, start steeds één meting van (meestal) de analoge kanalen en de tijd. In de diagrammen kan langs de assen zowel de gemeten grootte als het aantal pulsen worden uitgezet.

Kinegraaf (KIN): Genereert (x,t)- en (v,t)-grafieken van bewegingen. Kine- graaf werkt via de 25-polige connector op de UIA/UIB (i.t.t. de vorige pro- gramma's). Het is bedoeld voor gebruik met de UltraSone Afstandsensoren USA of de UltraSone Plaatsbepalingsset USB (door CMA ontwikkelde meetinstru- menten).

Verwerking (VRW): Een programma voor analyse en bewerking van gege- vens verkregen in de andere programma's. Voor analyse zijn functies aanwezig als het uitlezen van punten, het bepalen van de helling in een geselecteerd punt, het bepalen van de oppervlakte onder de grafiek, en voor functie-fitten. Gegevens kunnen worden bewerkt door gegevensreductie via selectie van punten of een gebied, via het uitvergroten van een deel van de grafiek, door filteren van grafieken (ruis en naalden) en door het bepalen van de afgeleide en de primitieve grafiek.

Rekenvel (RKN): Dit spreadsheet-achtig programma biedt mogelijkheden uit gemeten of berekende gegevens nieuwe waarden te berekenen met behulp van door gebruikers opgestelde formules. Gegevens kunnen worden afgebeeld in een tabel en diagrammen. Daarnaast biedt Rekenvel verschillende mogelijkhe- den om gegevensbestanden te combineren.

Bewerkte gegevens kunnen weer eenvoudig worden meegenomen naar andere deelprogramma's, bijvoorbeeld Verwerking.

Modelomgeving (MOD): Modelomgeving ondersteunt het ontwerpen van rekenmodellen gebruikmakend van de programmeertaal van IP-Coach (Coach-taal). Uitgaande van een aantal startwaarden voor de variabelen worden de berekeningen uitgevoerd. Het resultaat is één of meer grafieken. Deze grafieken kunnen worden vergeleken met meetgrafieken uit bijvoorbeeld Multiscoop (hypothesetoetsing). Met de optie 'Simulatie' kan het effect van een verandering van een startwaarde op het grafiekverloop bekeken worden. Vanwege de Modelomgeving van IP-Coach 4 wordt NEMO bijna niet meer gebruikt.

Controlomgeving (CTR): Controlomgeving biedt de mogelijkheid om programma's voor meet- en regel-processen te schrijven. De eenvoudige commandolijst bevat commando's om de invoerlijnen (bijvoorbeeld gegevens van sensoren) en de uitvoerlijnen (aansturen van actuatoren) te programmeren, maar ook om de tellers en de timers op de kaart te kunnen aansturen. Programmeren door selectie uit een eenvoudige commando-lijst, die is toegesneden op een bepaalde toepassing maakt het werken in Controlomgeving door jonge leerlingen eenvoudiger. Voor het programmeren in de tekst-mode is kennis van Coach-taal noodzakelijk.

Directe controle over de uitvoerpoorten via het toetsenbord is ook mogelijk. Een paneel op het scherm toont de in/uitvoer gegevens.

Extra's

Onder Extra's vindt de gebruiker hulpprogramma's voor IP-Coach; onder andere voor de installatie, voor conversie van data naar/uit andere programma's dan IP-Coach en aanpassing van de menustructuur.

Installatie (INS): Installatie wordt gebruikt om de software te kunnen configureren naar de te gebruiken hardware. Daarnaast zijn opties aanwezig om schermkleuren, printerdefinities en een directory voor gebruikersbestanden te definiëren.

Conversie (CVN): Voor conversie van IP-Coach bestanden naar standaard spreadsheet bestands-formaten en omgekeerd. Ook voor conversie van bestanden uit eerder IP-Coach versies.

Detectie (DET): Detecteert de aanwezigheid van een CMA interface-kaart (UIA-, UIB-kaart of geen). Het leest de jumperposities op de kaart(en) die gevonden worden.

Proefmaker (PRM): Proefmaker is een programma waarmee het hoofdmenu zowel als een menu van één van de deelprogramma's van IP-Coach kan worden beperkt. Ook is het mogelijk nieuwe menunamen te maken. In deze menunamen is een set van macro's en programma-instellingen gecombineerd. Zo ontstaat een kant-en-klare proef. Met deze combinatie wordt het gewenste programma gestart en worden de noodzakelijke meet- en sensorinstellingen automatisch gerealiseerd.

4.2 Didactisch omgeving

Belangrijk voor het onderzoek is dat IP-Coach als computerprogramma geen didactisch schil met hulp bezit. Het gevolg hiervan is dat de rol van de docent bij het initiëren, het onderhouden en het evalueren van het leerproces uitermate belangrijk is. Wel zijn er voorbeelden van opgaven, o.a. ook in de vaktijdschriften voor natuurkunde leraren, maar de "scaffolding" moet door de docent geboden worden.

Hoofdstuk 5

Leraren aan het woord

Inleiding

In dit hoofdstuk komen natuurkunde-leraren aan het woord over kenmerken van krachtige, computerondersteunde leeromgevingen. Bij 12 leraren zijn interviews afgenomen. Een verslag van de bevindingen volgt hieronder. In de interviews is gesproken over de inhoud en vormgeving van natuurkundelessen en de lesplanning. De gegevens zijn aangevuld door empirische informatie verkregen uit andere bronnen: activiteitenverslagen per docent, logboeken, leerlingtoetsen, de score van leerlingen daarop en gebruikte lesmaterialen (zie 3.3). De betrokken docenten zijn daarnaast ook nog geobserveerd en van lessen zijn video-opnamen gemaakt. De opzet en resultaten van deze beide laatstgenoemde onderzoeken komen in volgende hoofdstukken aan de orde.

De interviews zijn bedoeld om een antwoord te vinden op de gestelde onderzoeksvragen. De werkwijze daarbij is globaal geschetst als volgt. Aanvankelijk zijn met de docenten brede gesprekken in de vorm van gestructureerde interviews gevoerd, waarbij aspecten aan de orde kwamen van het lesgeven, de lesplanning en de condities voor krachtige leeromgevingen. De bedoeling was het per docent verkrijgen van een totaalbeeld, niet vertekend vanuit een tevoren stringent geformuleerde invalshoek. Van de gesprekken zijn uitvoerige verslagen gemaakt, die door de betreffende docent zijn gecontroleerd, al is dat door omstandigheden niet in alle gevallen gebeurd. Het aldus verkregen materiaal is vervolgens samengevat en geanalyseerd met betrekking tot specifieke kenmerken van krachtige leeromgevingen.

De beantwoording van de onderzoeksvragen in dit hoofdstuk betreft nog slechts een eerste aanzet. De gegevens verkregen op grond van rechtstreekse klasse-observaties (hoofdstuk 6) vormen een aanvulling. De analyse en combi-

natie van gegevens uit de verschillende bronnen moeten zorgen voor de nodige aanvullingen en verdieping. Tevens fungeren ze als check op de betrouwbaarheid van de interviewgegevens. Het onderzoek in dit hoofdstuk betreft een eerste, zij het wel basale stap.

De opzet van dit hoofdstuk is als volgt. Begonnen wordt met de vraagstellingen en specifiek voor het onderzoek met behulp van interviews. Deze vraagstellingen betreffen aspecten van de hoofdvraagstellingen (hoofdstuk 3). Explicitering daarvan verduidelijkt de plaats van het hier te bespreken onderzoek in het geheel. Daarna komt het onderzoeksdesign aan de orde, gevolgd door een kort verslag betreffende het verloop. De volgende paragraaf bevat een overzicht van de bronnen op grond waarvan de gegevens per docent zijn verzameld. Daarna volgt een typering van het lesgeven van de twaalf docenten. De vraag in hoeverre kenmerken van krachtige, computerondersteunde leeromgevingen zijn gerealiseerd vormt daarbij het ijkpunt. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een overzicht van alle docenten tezamen en het beantwoorden van de in paragraaf 5.2 geformuleerde vragen.

5.1 Vraagstellingen

In hoofdstuk 3 zijn de onderzoeksvragen van het onderzoek als geheel geformuleerd. Hieronder staan de vragen die betrekking hebben op het onderzoek met behulp van interviews. Om de relatie tussen beide te verduidelijken is de volgende werkwijze gehanteerd. Verwezen wordt telkens naar een van de hoofdvraagstellingen gevolgd door een herformulering aangepast aan de aan de orde zijnde onderzoekscontext. Het expliciteren van welke deelaspecten aan de orde zijn sluit de cyclus af.

Alvorens met de vragen te beginnen, schetsen we eerst kort de context van het onderzoek. Interviews zijn afgenomen met betrekking tot natuurkunde-lessen bij een twaalftal docenten in klassen van het voortgezet onderwijs (zie ook 5.3). De bevraging verloopt in twee fasen: een eerste fase die vooraf gaat aan een workshop (zie 3.3) betreffende krachtige leeromgevingen en een tweede fase die daarna plaatsvindt. In het vervolg spreken we over fase 1 en fase 2. In beide fasen is de docent zowel vóór als ná het lesgeven geïnterviewd. Per

docent zijn dus vier gesprekken gevoerd, waarvan steeds een uitvoerig verslag is gemaakt.

De eerste onderzoeksvraag (3.2) betreft de kenmerken van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving binnen het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs. Het interview-onderzoek betreft de kenmerken van dezelfde soort natuurkundelessen, nu echter bij een twaalftal geselecteerde leraren. Het gaat om de vraag in hoeverre het onderwijs van de leraren in overeenstemming is met wat in theorie binnen krachtige leeromgevingen wordt gevraagd. De theoretische aspecten van de eerste hoofdvraag zijn in hoofdstuk 4 aan de orde geweest. In dit hoofdstuk is de blik gericht op het handelen van docenten in de onderwijspraktijk, hun ideeën omtrent vernieuwd natuurkunde-onderwijs en de condities daarvoor.

De tweede hoofdvraag heeft betrekking op het ontwerpen van dergelijke omgevingen. Bij de interviews zijn de betrokken 12 docenten expliciet gevraagd naar hun activiteiten in verband met de lesplanning. In fase 2 is hieraan extra aandacht besteed om na te gaan in hoeverre bij de instructie van de workshops gepresenteerde ideeën bij de lesplanning doorwerken. Verschillen in aanpak bij fase 1 en 2 zeggen iets omtrent de noodzakelijke basiskennis, die bij leraren wenselijk is. Immers verschillen zijn voor een deel toe te schrijven aan verdiepte inzichten verkregen tijdens de workshop voor leraren. De interviewgegevens zijn ook geanalyseerd met betrekking tot mogelijkheden en beperkingen bij het ontwerpen.

Voor het interview-onderzoek zijn de volgende vragen te formuleren:

- * in hoeverre realiseren de leraren bij hun lesgeven krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?
- * hoe plannen de leraren krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?
- * hoe schatten de leraren, zowel op klas- als schoolniveau, de condities in voor het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?
- * in hoeverre is bij de leraren de nodige basiskennis aanwezig voor het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?
- * tegen welke grenzen lopen de leraren aan bij het plannen en realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen?

Zoals in hoofdstuk 3 is uiteengezet wordt iedere leraar afzonderlijk als een casus beschouwd. Het gaat om het verhelderen van in het onderwijs voorkomende onderwijsleersituaties en het verkennen van de problematiek met betrekking tot krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen. Generaliserende uitspraken op basis van een niet representatieve steekproef van docenten en scholen zijn niet mogelijk, al verwachten we wel dat menige natuurkundeleraar zich in een of meer van de geschetste situaties zal kunnen herkennen.

5.2 Het onderzoeksdesign

Selectie docenten

Voor het onderzoek zijn 12 docenten geselecteerd. Conform de subsidieaanvraag is getracht een vertegenwoordiging te krijgen vanuit diverse schooltypen, zowel wat betreft de onderbouw als de bovenbouw. Zoals in hoofdstuk drie is verantwoord, is het mbo uitgevallen en vervangen door drie nieuwe vosholen. Het onderstaande schema geeft een overzicht van de betrokken typen van scholen.

Tabel

Tabel 5.1 Het aantal docenten per schooltype

onderbouw brede scholengemeenschappen	bovenbouw havo	bovenbouw havo/vwo	bovenbouw vwo
3 docenten	1 docent	3 docenten	5 docenten

De wijze waarop de werving van leraren heeft plaatsgevonden en de gevolgen van deze werkwijze voor de representativiteit van de groep staan vermeld in 3.3. Representativiteit is niet nagestreefd. Het betreft docenten die in hun onderwijs meer dan gemiddeld gebruik maken van de computer. Het gaat om twaalf casussen. Dezelfde docenten zijn ook geobserveerd (zie verder hoofdstuk 6).

Fasen

De lessen die met de docenten zijn besproken zijn verdeeld over twee fasen. Het verdeelpunt ligt bij de workshop (zie wat betreft doelstellingen en vorm-

geving 3.3). Fase 1 betreft de periode die aan deze workshop voorafgaat. Fase 2 betreft de periode ná de workshop.

De workshop is door alle geïnterviewde docenten bijgewoond op enkele uitzonderingen na tengevolge van wisselingen in de groep docenten.

De lessen

Per fase gaat het om twee typen lessen:

- een reeks van theorielessen waarin een bepaald onderwerp uit de natuurkunde aan de orde komt
- een aantal computer/practicumlessen waarin gewerkt wordt aan de hand van proefopstellingen, gedeeltelijk met computers.

De practica hebben in een aantal gevallen een projectachtig karakter. Soms zijn er verschillende onderwerpen voor de leerlingen en loopt de docent rond. Het komt ook voor dat tweetallen achter de computer hetzelfde doen.

Per docent zijn dus maximaal 4 reeksen van lessen aan de orde. Het volgende schema geeft een overzicht van de natuurkunde-lessen per docent en de soort onderwijs. De natuurkunde-docenten zijn aangegeven met behulp van een code (n1 tot en met n12).

Tabel 5.2 Verdeling lessen over docenten

docent	fase 1	fase2
n1		vwo 5
n2	lbo 3\ vwo 3	brugklas
n3	havo 4	havo 4
n4	vwo 2	vwo 2
n5	vwo 4	vwo 6
n6		vwo 4
n7	vwo 3	
n8	havo 4	atheneum 4
n9	vwo 5	havo 4
n10	vwo 5	havo 4
n11	vwo 5	
n12		vwo 5

Bij 4 docenten (n1, n6, n11, n12) is slechts sprake van één fase. Bij 2 docenten vinden de lessen in fase 1 en 2 in dezelfde klas plaats (n3, n4). De van de planning afwijkende verdeling van lessen over docenten heeft te maken met uitval onder andere tengevolge van langdurige ziekten en veranderingen in functies.

Bij de docenten die in twee fasen zijn gevolgd, ligt het vergelijken van de lessen in de eerste fase (dus voordat een workshop over theoretische achtergronden van krachtige leeromgevingen is gegeven) en de lessen in de tweede fase voor de hand. Echter zelfs bij de docenten (n3 en n4) die niet van klas wisselden is een dergelijke vergelijking moeilijk, immers de onderwerpen per les verschillen. Wel is het mogelijk eventuele ontwikkelingen in attitudes en daarmee samengaan opvattingen na te gaan.

Interviews

De interviews zijn afgenomen op de volgende tijdstippen:

- voorafgaande aan de lessen in fase 1
- na afloop van de lessen in fase 1
- voorafgaand aan de lessen in fase 2
- na afloop van de lessen in fase 2

De docenten die in twee fasen zijn gevolgd, zijn in totaal 4 keer geïnterviewd, de docenten die slechts in één fase zijn gevolgd in totaal 2 keer.

De interviews zijn afgenomen aan de hand van tevoren ontwikkelde vragenlijsten (zie Bijlagen 1 & 2). De eerste vragenlijst in fase 1 bestaat uit drie onderdelen:

- een aantal vragen betreffende de beginsituatie van de docent (o.a. onderwijservaring, ervaring met computers, sectie-afspraken, methode, gebruik van software zoals IP-Coach, de aanwezigheid van computers en sensoren, het systeembeheer)
- een aantal vragen over opvattingen van de docent over lesgeven (betreffende het wel of niet volgen van het leerboek, het wel of niet geven van gedetailleerde voorschriften bij practica, de controle van leeractiviteiten, de verdeling van lesactiviteiten over klassikaal lesgeven, groepswork en individueel werk)

- een aantal vragen naar aanleiding van lesplannen (zie Bijlage 3) (betreffende de ideale vormgeving van lessen om bepaalde onderwerpen te behandelen, condities daarvoor, afspraken in de sectie, het zelf maken van lesmateriaal, de in de les toegekende plaats onder andere de leraar, het leerboek en buitenschoolse ervaringen)

De tweede vragenlijst in fase 1 bestaat eveneens uit drie onderdelen:

- vragen over het verloop van de gegeven lessen, het waarom van het gebruik van de computer, het aansluiten bij de basisvorming (c.q. de exameneisen) en de tijdsinvestering
- vragen betreffende de kennis van moderne leerpsychologie en instructie-theorieën
- zakelijke vragen betreffende het verdere verloop van het onderzoek (o.a. betreffende de mogelijkheden om een workshop bij te wonen en de verspreiding van lesteksten).

De vragenlijsten die gehanteerd zijn in fase 2 zijn gelijk aan die van fase 1 op twee uitzonderingen na. Toegevoegd zijn evaluatieve vragen betreffende:

- de workshop
- constructivistische ideeën over de inrichting van onderwijsleersituaties.

De onderdelen van de vragenlijsten die betrekking hebben op aspecten van het lesgeven zijn gebaseerd op instructie-theorieën en de constructivistische leerpsychologie (zie hoofdstuk 2). De vormgeving is ontstaan door middel van uitproberen en bijstellen. De bedoeling was het verkrijgen van een algemeen beeld omtrent de beginsituatie van de leraar, het lesgeven, het gebruik van de computer, de condities voor het ontwikkelen van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen en de mogelijkheden tot participatie in het onderzoek.

Van alle interviews zijn uitvoerige verslagen gemaakt, die zoveel mogelijk door de betrokken docenten zijn gecontroleerd. De inhoud van de verslagen is vervolgens met behulp van een bepaald code-systeem in kaart gebracht. Begonnen is met een ruwe opzet van het systeem. De categorieën zijn net zo lang aangepast en gespecificeerd, totdat alle uitspraken hierin geplaatst konden worden. Het categorieënsysteem, als Bijlagen 4 & 5 opgenomen, is op de interviews van alle docenten toegepast.

Bewerking interview-verslagen

De verzamelde interview-verslagen zijn in een volgende onderzoeksfase geanalyseerd ten aanzien van de vraag in hoeverre kenmerken van krachtige, computerondersteunde leeromgevingen bij het lesgeven aan de orde komen. Hieronder volgt een overzicht van de daarbij gevolgde werkwijze:

- mede op grond van de uitgevoerde codering zijn van de interviewverslagen per docent *samenvattingen* (svd's) gemaakt (zie Bijlage 6), waarin de realisatie van kenmerken, de lesplanning en de condities per fase zoveel mogelijk herkenbaar blijven
- de uitspraken in de samenvattingen zijn daarna *gescoord* op een daartoe ontwikkeld instrument (het klo-instrument; wat betreft hoofdcategorieën zie schema 5.4; zie Bijlage 7), waarin de op theoretische gronden geselecteerde kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen fungeren als categorieën
- de codeurs hebben na afloop van de score per docent een *beknopt profiel* opgesteld, die onder 5.5 zijn gepresenteerd als resultaten van het interview-onderzoek.

Ten behoeve van de reductie van de gegevens zijn de interviewgegevens in 2 ronden gecodeerd samengevat. Hieronder volgt een schematisch overzicht van de geschetste werkwijze.

Tabel 5.3 Verwerking interviewgegevens

verslag interview
een samenvatting per docent (een svd)
het per svd scoren van de afzonderlijke uitspraken op een instrument betreffende kenmerken van klo's (klo-instrument)
het per docent opstellen van een beknopt profiel op grond van de score op het klo-instrument

De samenvattingen (svd's) zijn gemaakt aan de hand van een analyseschema voor de interviews. Een tiental categorieën is voorzien van een code (zie Bijlagen 4 & 5). Het betreft: kenmerken van de docent en de school; schets van de ideale situatie; instructieactiviteiten van de docent; managementactiviteiten van de docent; kennis en vaardigheden van de docent; knelpunten en

oplossingen; inhoudelijke implicaties; ergonomische implicaties; didactische implicaties; proces en resultaten van de ontwerpactiviteiten.

De categorieën zijn verder uitgewerkt. De uitspraken in de interviews zijn ondergebracht in het aldus ontstane coderingssysteem. De op deze wijze bewerkte interviewverslagen zijn met behulp van de bestaande categorieën, waar nodig aangevuld met enkele nieuwe, samengevat tot goed leesbare teksten. Via deze werkwijze is het mogelijk alle gemarkeerde uitspraken in de svd's terug te voeren op het oorspronkelijke materiaal (de verslagen van de interviews).

De score van de uitspraken van de docenten in de svd's heeft plaatsgevonden door een viertal codeurs. Vooraf zijn de categorieën van het klo-instrument besproken en hebben de codeurs een korte training gevolgd.

De 12 docenten zijn over de codeurs verdeeld. De codeurs hebben de samenvatting per docent (svd) eerst als geheel doorgelezen, daarna zijn de afzonderlijke uitspraken zoveel mogelijk ondergebracht in de categorieën van klo-instrument. De betreffende uitspraken zijn in de svd's gemarkeerd met steekwoorden die vervolgens opgenomen zijn in het klo-instrument samen met de vindplaats. Hiermee is de samenhang tussen de uitspraken in de svd's en de score op het klo-instrument schriftelijk vastgelegd, zodat controle achteraf mogelijk is. De score is steeds met een andere onderzoeker nabesproken en gecontroleerd op consistentie.

De aard van de op het klo-instrument gescoorde uitspraak is door middel van een codering vooraf aangegeven. Het kan gaan om: een (v) voornemen, een (r) realisatie (in de les), een (o) opvatting, een (e) evaluatieve opmerking, een (rv) randvoorwaarde of een (b) belemmering. Door het sorteren van bepaalde soorten uitspraken (bijvoorbeeld belemmeringen) verspreid over het gehele materiaal, is het mogelijk achteraf deelanalyses te maken.

Instrumentontwikkeling kenmerken KLO's

Het instrument voor de score van kenmerken van computer ondersteunde krachtige leeromgevingen is ontwikkeld op grond van theoretische overwegingen (zie hoofdstuk 2) en literatuur over het constructivisme, zoals recent is samengevat in onder andere het proefschrift van Smeets (1996). Bij het onderzoek gaat het om de vraag in hoeverre krachtige, computerondersteunde

leeromgevingen in de casussen voorkomen. Een dergelijke vraag is alleen te beantwoorden, als in theorie bekend is wat onder krachtige leeromgevingen te verstaan en hoe computers daarbinnen kunnen functioneren. Een antwoord op beide vragen is via de volgende overwegingen tot stand gekomen.

Het constructivisme (hoofdstuk 2; DeCorte, 1990; Smeets, 1996, p. 23) gaat uit van de *actieve* leerling die zijn persoonlijke kennisbestand opbouwt. Binnen een verrijkte leeromgeving is een op deze wijze opgevat leerproces goed mogelijk. Verankerde instructie (een van de drie benaderingen binnen het constructivisme) wint aan kracht in combinatie met computer en beeldplaat of CD-Rom. Kennis wordt flexibel door zaken vanuit *verschillende invalshoeken* te bekijken. Een aantal constructivisten legt de nadruk op *situated cognition*. Het gaat om werkelijkheidsgetrouwe leersituaties. Multimedia kunnen de *kloof* tussen de school en de buitenwereld *overbruggen*. Leerlingen moeten kennis kunnen toepassen. Het gaat om cognitieve flexibiliteit die de leerlingen in staat stelt kennis spontaan *aan te passen aan de eisen van de situatie*. Spiro e.a. (1990) pleiten voor een *random acces instruction*, zoals in hypertext en hypermedia en als tegengestelde van lineaire instructie die op scholen het meeste gangbaar is.

Smeets geeft de volgende samenvatting van het constructivisme (p.26 en p.27):

- * actieve leerling (tegenover de overwegend volgende en ontvangende leerling)
- * de invloed van de leerling op het lesverloop is duidelijk herkenbaar (hij/zij krijgt mogelijkheden voor navigatie, zie p. 36)
- * lln. maken gebruik van verschillende informatiebronnen
- * er is een flexibele benadering van problemen vanuit diverse invalshoeken
- * reproduceren van kennis komt minder voor dan het genereren
- * meer procedurele en conditionele kennis dan declaratieve kennis (p. 38)
- * er wordt expliciet voortgebouwd op aanwezige kennis
- * kennis is geplaatst in een zinvolle context
- * kennis wordt toegepast in levensechte situaties, mede gekoppeld aan het functioneren in de maatschappij
- * de docent heeft een overwegend begeleidende, het actieve leerproces bevorderende rol

- * het werken in groepen komt regelmatig voor
- * explorerend leren (het verwerven van nieuwe kennis op grond van eerder gegeven informatie door combineren, het trekken van conclusies e.d.) komt minstens één keer per les voor
- * complexe opgaven komen minstens één keer per maand voor
- * waar mogelijk wordt verband gelegd met andere schoolvakken.

De vraag in hoeverre er in de onderwijspraktijk sprake is van van krachtige computerondersteunde leeromgevingen is naar aanleiding van het voorgaande als volgt te omschrijven:

de mate waarin de genoemde kenmerken bij de uitvoering van onderwijsleerprocessen zowel met betrekking tot de leeromgeving als het computergebruik daadwerkelijk zijn aan te wijzen.

Het voorkomen van krachtige leeromgevingen betreft in eerste instantie de uitvoering van leerprocessen. Dezelfde categorieën kunnen echter ook gebruikt worden bij de analyse van onderzoeksgegevens met betrekking tot ontwerpprocessen, condities en evaluatie. Wat de condities betreft lijkt het zinvol enkele onderscheidingen gemaakt door Smeets te gebruiken, zoals o.a. niveaus waarop variabelen toepasbaar zijn (school, docent (zie ook p.47), leerling (zie ook p. 49), leeromgeving (zie ook p. 59). Wat betreft de veronderstelde basiskennis van docenten lijkt het onderscheid tussen het instructieve, het ontdekkende en onderzoekende paradigma (p. 34 en p. 35) bruikbaar.

In het onderzoeksinstrument (zie Bijlage 7) zijn de kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen geordend onder de volgende hoofdcategorieën:

Tabel 5.4 Hoofdcategorieën klo-kenmerken

nagestreefde doelen
flexibele probleembenadering
activiteiten van de leerling
didactische vormgeving: managementactiviteiten
didactische vormgeving: instructieactiviteiten van de leraar
didactische vormgeving: groepswerk
gebruik computer
belemmeringen met betrekking tot het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen.

De formulering van de subcategorieën en de precisering van de inhoud is tot stand gekomen via onderling overleg en het aanvullend raadplegen van literatuur (wat betreft zelfstandig leren bijvoorbeeld Boekaerts en Simons, 1993).

Overige bronnen

De typering per docent is tot stand gekomen op grond van interview-gegevens en het raadplegen van de volgende aanvullende bronnen (zie 3.3):

- lesplanning (C)
- activiteitenverslagen per docent (D)
- docentenlogboeken (E)
- opgaven in leerlingtoetsen (F)
- resultaten leerlingen op toetsen (G)
- gebruikt lesmateriaal (H)

5.3 Beknopt procesverslag

Het onderzoek heeft over een langere periode gelopen dan aanvankelijk was gepland. De vertraging is veroorzaakt door wisselingen in het personeelsbestand. Degenen die de interviews hebben afgenomen, hebben hun werkzaamheden bij het project voortijdig beëindigd. Het gevolg was dat de verwerking en interpretatie van de interview-verslagen gedeeltelijk opnieuw is opgezet. In dit hoofdstuk is hiervan verslag gedaan.

De volgende aanpassingen hebben plaatsgevonden:

- interview verslagen sterker gereduceerd, c.q. in minder categorieën samengevat.
- leerlingenmateriaal bleek onvoldoende betrouwbaar ingevuld (tijdens bel voor de volgende les).
- door de verschillende onderwerpen, toetsvormen en docenten is de vergelijkbaarheid via de toetsen tussen de lessen zo gering dat deze niet zijn meegenomen in de verdere analyse.

De verwerking van de interviewgegevens heeft plaatsgevonden door vier studentassistenten. De training van de assistenten is snel en effectief verlopen, in korte tijd ontstond begrip voor de inhoud van de categorieën in het instru-

ment. De categorisering leverde weinig problemen op, mede door geregeld overleg met de onderzoekers. Het scoringsproces op het instrument is afgesloten met een bijeenkomst, waaraan codeurs en onderzoekers deelnamen. Problemen bij de score konden nog ter tafel komen. Van die mogelijkheid is echter weinig gebruik gemaakt. Het hoofdpunt van de bijeenkomst betrof het onderling vergelijken van de docenten en ze zetten op een denkbeeldige zespuntsschaal, lopend van "klo-kenmerken helemaal niet tot volledig gerealiseerd".

5.4 Resultaten: typering van docenten

Hierna volgt een beknopte typering van de twaalf docenten die bij het onderzoek zijn betrokken. De typeringen zijn gebaseerd op samenvattingen van interviews (zie Bijlagen 6 & 7 als voorbeeld) en aanvullende informatie vanuit diverse bronnen (zie 5.3). Bij de typering vormt de mate waarin kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen zijn gerealiseerd, het referentiepunt. Per typering komen de volgende zaken aan de orde:

- een overzicht van gebruikte bronnen
- algemene kenmerken (o.a. wat betreft onderwijservaring en gebruikte methode)
- een beknopte samenvatting van interviewgegevens
- een oordeel over de mate waarin klo-kenmerken zijn gerealiseerd
- verschillen tussen opvattingen (c.q. lessen) in fase 1 en fase 2

De docenten zijn geordend per schooltype (zie 5.3, schema 5.1):

- onderbouw: n2, n4, n7
- bovenbouw/havo: n3
- combinatie havo/vwo: n8, n9, n10
- bovenbouw vwo: n1, n5, n6, n11, n12.

5.4.1 Samenvatting casussen docenten

5.4.1.1 Docent n2 (onderbouw)

Bronnen: BCDEF (fase 1), BCEF (fase 2)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 20 jaar, 14 jaar schoolervaring
- * computerervaring: thuisgebruiker sinds 1970, DMS, IP-Coach, simulatieprogramma, nascholing computerprogramma's voor natuurkunde
- * sectie: iedere docent werkt individueel, af en toe uitwisseling van materiaal, globale afspraken over onderwerpen
- * methode: eigen gemaakt materiaal
- * computer (freq/jr.): 13 computers in computerlokaal, 4 natuurkundecomputers, 4 UIA-kaart (5 in fase 2); DMS 4 lessen p/jr.; IP-Coach 10 lessen p/jr.; simulatie 1 les per jaar
- * ondersteuning: amanuensis, systeembeheerder, weinig steun daarvan
- * klas: 3, gemengde niveau's, drukke klas (fase 1)
klas: 1, zwakke klas, weinig meisjes (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

De docent streeft bij zijn lessen drie hoofddoelen na: verwerven van en inzicht krijgen in natuurkundige begrippen; het leren gebruiken van computer en programmatuur als meetinstrument; hogere-ordevaardigheden, zoals leren studeren, verbanden leren zien en natuurkunde leren zien als interpretatieve wetenschap.

De docent ruimt consequent plaats in voor het uitwisselen van ideeën en ervaringen met betrekking tot een door de docent aangereikt probleem: elke les bevat een begin- en eindkring. Begin- en eindkringen hebben een functie voor het onderling afwegen van informatie en voor het leren van elkaars ervaringen. Tevens bieden ze de docent de mogelijkheid voort te bouwen op de aanwezige kennis bij de leerlingen.

De docent heeft een centrale en sturende rol door de in discussiegroepen behandelde onderwerpen te vertalen in uit te voeren handelingen, conclusies te trekken en uitleg te geven bij vragen. Voor het uitvoerende deel/practicumgedeelte van de les geeft de docent opdrachten/instructies op stencil mee.

Gedurende het grootste deel van de les werken leerlingen alleen of in groepjes aan proeven.

De computer fungeert daarbij als meetinstrument. De leerlingen leren met de computer om te gaan, al blijft het primaire doel het verwerven van de natuurkundige leerinhouden.

De verslaglegging over de proeven geschiedt altijd individueel. Naast het nakijken van de verslagen controleert de docent huiswerk en geeft hij schriftelijke overhoringen om zicht te krijgen op de leereffecten.

De docent geeft geen complexe opgaven. De docent heeft de neiging te grote complexiteit te vermijden, hetgeen vaak leidt tot het eenvoudiger maken van de (practicum-)opdrachten.

Het rekening houden met niveauverschillen tussen leerlingen en het verzorgen van lesmateriaal geschikt voor alle niveau's (de docent maakt vrijwel al zijn lesmateriaal zelf) kosten de docent veel tijd en inspanning. Een slecht contact met de huidige amaneus is hierbij een extra belemmerende factor: de docent moet veel zelf doen. Ook is het gebruik van de computer niet zonder problemen. De docent kampt met gebrek aan apparatuur. Het werken aan de computer is zeer arbeidsintensief. De computer dreigt soms hoofdzaak te worden in plaats van hulpmiddel.

Klo-kenmerken

Veel opvattingen van de docent gaan in de richting van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving:

- de leerlingen zijn actief met de problemen bezig bij de begin- en eindkring
- over de betekenis van kennis wordt samen overlegd
- de ervaringen van de leerlingen vormen een uitgangspunt
- het is belangrijk dat de leerlingen zelfstandig verbanden ontdekken
- de lesdoelen zijn breed geformuleerd en betreffen naast natuurkundige kennis het verwerven van algemene, formele vaardigheden
- het leren werken met de computer is een expliciet doel
- de computer dient als hulpmiddel te fungeren bij het verwerven van natuurkundige inzichten

Bij de realisatie van deze opvattingen ervaart de docent vooral belemmeringen in het materiaal, ook in de tijd die hem ter beschikking staat, gezien de tijd die het werken met de computer vraagt, en de mogelijkheden van de leerlingen. De docent acht het noodzakelijk om het onderwijsleerproces in vrij vergaande mate sturend te beïnvloeden, om de leerling adequaat te kunnen ondersteunen. Het accent ligt op het individueel werken aan de opdrachten.

Verschillen tussen fase 1 en 2

De verschillen tussen opvattingen in fase 1 en fase 2 zijn klein. Nochtans beoordeelt de docent de instructiebijeenkomst (workshop en discussie) positief ('nadenken over waar je mee bezig bent', 'videoband is inspirerend', 'aardig om met elkaar bezig te zijn').

De volgende verschilpunten zijn te constateren:

- in fase 2 spreekt de docent ook over motivatie en het kweken van interesse als doelen
- de docent streeft verdieping na bij de verwerking van de leerinhouden
- de docent heeft meer oog gekregen voor de computer als meetinstrument
- in fase 2 wijst de docent de mogelijkheden van de computer voor zelf ontdekkend leren expliciet af; daarvoor is het medium te statisch
- exploratie kan beter plaatsvinden met behulp van "levensechte" apparaten
- in fase 2 komt het idee betreffende samenwerking tussen leerlingen sterker naar voren; leren samenwerken vormt zelfs een expliciet doel, zij het nog op het niveau van voornemens en plannen
- de docent legt in fase 2 (de lessen in deze fase betreffen een eerste klas, de lessen in fase 1 vonden plaats in een derde klas) meer de nadruk op de beperkingen tengevolge van de mogelijkheden (capaciteiten) van de leerlingen
- de docent acht de leerlingen te jong voor meervoudige representaties van natuurkundige begrippen en buitenschoolse toepassingen; hierdoor krijgt het onderwijs meer traditionele kenmerken
- de docent legt de nadruk op differentiatie tussen leerlingen.

5.4.1.2 Docent n4

Bronnen: BCDEF (fase 1), BCDE (fase 2)

Algemene kenmerken

- * onderwijservaring: 21 jaar, dezelfde school
- * computerervaring: ruime ervaring met IP-Coach, computercursussen gevolgd, 10 lessen met IP-Coach in het afgelopen schooljaar
- * sectie: binnen vaksectie streven om gelijke tred te houden; gebruik van gemeenschappelijke proefwerken; verschillen in het gebruik en inzet van de computer bij lessen
- * methode: Proef op de som, zelfontwikkeld materiaal
- * computer: 9 computers in het natuurkundelokaal, 7 in het kabinet, 30 in het computerlokaal; 15 UIA en 1 UIB interface kaarten; geen netwerk aanwezig
- * ondersteuning: amanuensis, tevens beheerder van computers, is goed thuis in IP-Coach
- * klas: Vwo2 in beide fasen

Samenvatting interviewgegevens

Hoewel de docent belang hecht aan het verwerven van inzicht, ligt de nadruk toch primair op het kunnen toepassen van begrippen en formules. Daarbij worden omvangrijke opdrachten, waarbij gewerkt wordt met modellen, niet vermeden. De uitvoering ervan wordt echter in sterke mate aangestuurd door middel van handelingsvoorschriften.

Voor buitenschoolse ervaringen/contexten als vertrekpunt voor natuurkunde-onderwijs is weinig ruimte. Ze zouden naar de mening van de docent in veel gevallen een bron vormen voor het ontstaan van misconcepties. Leerlingen leren weliswaar het beste door een voorbeeldsituatie grondig te onderzoeken, maar ze hebben de docent daarbij nodig om greep te krijgen op de theorie. Motivatie is daarbij een belangrijke voorwaarde. Het laten uitvoeren van practica is een passend vervolg op deze onderwijsaanpak.

Leerlingen werken uit de methode of aan de hand van lesmateriaal dat door de docent is ontwikkeld. Voorgestructureerde opdrachten worden zelfstandig en vaak in kleine groepjes uitgevoerd. De hard werkende leerling staat hoog in het vaandel. Zelfstandig leren blijkt niettemin voor de meeste leerlingen te veel gevraagd.

De docent geeft tussen bedrijven door betrekkelijk veel instructie. Theorie vraagt om uitleg. Ook als leerlingen aan het werk zijn, treedt hij vaak sturend op. Regulerende functies houdt hij bijna volledig in eigen hand door middel van klasgesprekken en schriftelijke toetsen.

Het gebruik van de computer krijgt een ruime plaats toegekend. De computer wordt beschouwd als een belangrijk hulpmiddel bij het creëren van modelomgevingen. In de onderzochte lessen is de computer ingezet als meetinstrument. Bovendien hebben leerlingen met behulp van de computer leren omgaan met modellen. Het leren bedienen van de computer en bijbehorende software is er aan vooraf gegaan.

Beperkingen bij het realiseren van natuurkunde-onderwijs legt de docent voornamelijk bij de leerlingen. Hun vermogen tot zelfstandig leren is beperkt; de meeste hebben behoefte aan structuur en overzicht. Zelfontdekkend leren is voor hen te hoog gegrepen. Daarnaast vormt de beschikbaarheid van deugdelijk lesmateriaal een probleem. Er is weinig bruikbaar materiaal voor handen. In de ogen van de docent worden de mogelijkheden van leerlingen bij veel lesmateriaal overschat.

De docent stuit voortdurend op tijdsproblemen. Vooral in de voorbereiding en de controle op de leerlingresultaten gaat bijzonder veel tijd zitten.

Klo-kenmerken

De docent hanteert een overwegend traditionele onderwijsstijl, die door de jaren heen is gegroeid. De volgende kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen zijn (soms in beperkte mate) aanwijsbaar:

- de leerlingen moeten actief met de leerinhouden omgaan, echter binnen het kader van de door de docent aangereikte leerinhouden
- belangrijk zijn activerende werkvormen, zoals het practicum
- er wordt gewerkt in groepen van twee

- het voornemen bestaat ook bij het practicum de leerlingen in groepen van twee te laten werken
- de computer heeft een belangrijke functie
- de computer is meer dan een meetinstrument
- de docent wil zich in de toekomst een meer begeleidende rol aanmeten

Het zoveel mogelijk foutloos overdragen van natuurkundige inzichten staat bij het lesgeven centraal. Ervaringen vanuit de leefwereld werken daarbij slechts verwarrend. Het toepassen van inzichten en formules beperkt zich tot het leerinhoudelijke domein van de natuurkunde. Naar de mening van de docent vertonen de leerlingen weinig bereidheid tot het nemen van eigen initiatieven.

Hiervan blijkt ook het een en ander gerealiseerd in de lessen. In fase 2 lijkt hij hiervan al meer gerealiseerd te hebben dan in fase 1.

Verschillen tussen fase 1 en 2

Ideeën betreffende krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen, zoals naar voren gebracht tijdens de instructie (workshop) spreken de docent aan. Consequenties voor het lesgeven worden echter mondjesmaat over genomen. Tegenover sommige klo-opvattingen staat de docent ronduit sceptisch, vooral wat betreft de overspannen verwachtingen ten aanzien van de leerlingen. De volgende verschillen zijn aanwijsbaar:

- het beginniveau bepalen
- minder onmiddellijke controleren waar de leerlingen mee bezig zijn.

5.4.1.3 Docent n7

Bronnen: BCDF (Fase 1)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 18 jaar (op deze school)
- * computerervaring: thuisgebruik, NEMO, IP-Coach, simulatieprogramma's, is één van de makers van NEMO en van een boekje over hoe leerlingen met NEMO kunnen leren

- * sectie: afspraken over tekstmateriaal, proefwerken, experimenten, aanschaf computer- en practicummateriaal
- * methode: PLON + werkstencils
- * computer (freq/jr.): 1 computer in natuurkundelokaal met IP-Coach en UIA-kaart; 14 computers (oude NIVO-computers) zonder IP-Coach ; netwerk Lantastic; NEMO (alleen in 4de klas) 2 jr., 6 lessen p/jr, IP-Coach 3 lessen p/jr., 2 simulatieprogramma's ieder 1 les p/jr.
- * ondersteuning: amanuensis (geen systeembeheerder)
- * klas: 3 Vwo

Samenvatting interviewgegevens

Belangrijke doelen voor de docent zijn: inzicht in de leerinhouden; het leren wetenschappelijk te denken; de natuurkunde leren begrijpen als interpretatieve wetenschap; leren werken met NEMO. Met behulp van NEMO gaan de leerlingen zelf een model maken en daarin bewerkingen uitvoeren.

De docent laat de leerlingen werken met de methode, werkstencils en een boekje over NEMO. Een enkele keer gebruikt de docent het televisieprogramma Klokhuis als leermateriaal. In practica werken de leerlingen, alleen of in groepjes, zelfstandig aan opdrachten. Zelfstandig werken is de voornaamste werkvorm. De docent geeft nauwelijks frontaal les (10 %). Leerlingen kiezen meestal zelf of ze alleen of in groepjes willen werken. Wanneer een practicum als groepswork is ingericht, hebben leerlingen elkaar echt nodig om het probleem op te lossen.

Overhoringen zijn niet belangrijk in het leerproces. Af en toe laat de docent de leerlingen een verslag schrijven. De leerlingen moeten tijdens de practica altijd voor zichzelf opschrijven wat hen is opgevallen. Noch opgaven noch huiswerk worden behandeld of door de docent nagekeken. De leerling beoordeelt zelf zijn bevindingen aan de hand van een map met antwoorden. Slechts enkele taken worden ter beoordeling aan de docent getoond.

Omdat zelfstandig werken hoofdvorm is, is de taak van de docent overwegend begeleidend. De docent wijst de weg, maar lost het probleem niet op, de docent loopt rond en leerlingen kunnen vragen stellen. Omdat hij zelfontdekken een goede manier van leren vindt, biedt hij de leerlingen het liefst materiaal in de vorm van problemen en open practicumopdrachten aan. Hij probeert uit te gaan van voorbeeldsituaties uit het dagelijks leven (m.n. wat er in de klas gebeurt), ziet het belang in van thematische lessen maar niet van buitenschoolse ervaringen.

Belemmeringen ondervindt hij voornamelijk door het gebrek aan leermiddelen. De computers zijn sterk verouderd en daardoor te traag en er is gebrek aan ruimte. Bovendien is er geen systeembeheerder die het computerlokaal beheert. Daarnaast speelt een tijdsfactor een belemmerende rol. De docent vindt dat de voorbereiding van de lessen ten dienste van het onderzoek hem te veel tijd heeft gekost.

Wat betreft de computer ziet de docent mogelijkheden voor toepassingen als meetinstrument en als informatiebron. Met de computer leren leerlingen andere zaken, zoals een meer kwantitatieve dan kwalitatieve benadering van de leerstof. Op dit punt wekt de lesstof van de bij het onderzoek gevraagde lessenserie sterk af van wat de leerlingen gewend waren. De leerinhoud in de stof was abstracter en er moest meer met formules gewerkt worden. Tot slot denkt de docent dat de computer goede mogelijkheden biedt voor meer realistisch onderwijs.

Klo-kenmerken

De docent geeft (al 18 jaar) les op een Montessorischool. Binnen dit kader heeft de docent opvattingen die passen in een krachtige leeromgeving:

- de leerdoelen zijn breed geformuleerd (leerlingen zelfstandig leren werken, natuurkunde als interpretatieve wetenschap, wetenschappelijk leren)

denken)

- met complexe opgaven (zelf een model maken) en het streven naar realistisch onderwijs tracht de docent zijn doelen te bereiken
- de leerlingen bepalen zelf voor een groot deel de werkvorm
- de leerlingen bepalen de tijdsindeling
- de leerlingen bepalen de evaluatie van de leerresultaten
- zelfontdekkend leren wordt bevorderd
- de rol van de docent is overwegend begeleidend
- de mogelijkheden van de computer worden gezien: meetinstrument en informatiebron
- het gebruik van de computer kan leiden tot meer realistisch onderwijs

De docent ziet de betekenis van buitenschoolse leerervaringen niet. Blijkbaar blijven de leerinhouden beperkt tot wat binnen de school wordt aangeboden.

5.4.1.4 Docent n3 (bovenbouw havo)

Bronnen: B (fase 1), B (fase 2)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 14 jaar.
- * computerervaring: 11 jaar, gebruikt thuis dagelijks SIGNUM, NEMO, IP-Coach en ARABESK.
- * sectie : voor 70 % dezelfde, afgesproken, proeven. Verder veel overleg (over materiaal en repetities).
- * methode: Middelink, systematische natuurkunde.
- * computer (freq/jr.): 15 Tulips 386X + netwerk in het computerlokaal, die gebruikt mogen worden. In Natuurkundelokaal nog 2 computers. In de tweede fase zijn er modernere computers in het computerlokaal gekomen en er zijn twee computeraansluitingen met computers gekomen in het natuurkundelokaal, zodat leerlingen daar iets kunnen bekijken als ze niet helemaal klaarkomen.
- * ondersteuning : amanuensis en systeembeheerder, beide goed.
- * klas : Havo 4 (beide fasen).

Samenvatting interviewgegevens

De docent stelt het verwerven van kennis van en inzicht in natuurkundige begrippen voorop. Deze doelen worden ook getoetst. Leerplandruk en exameneisen dwingen daartoe. Het belang van buitenschoolse contexten en ervaringen is sterk afhankelijk van het te behandelen onderwerp.

De wijze waarop natuurkundige problemen worden benaderd is betrekkelijk uniform. Veel van de onderwijsleeractiviteiten hebben tot doel het begrijpen van de lesstof, zoals gepresenteerd. De gebruikte methode (Systematische Natuurkunde) wordt nagenoeg op de voet gevolgd.

De docent laat de leerlingen vaak zelfstandig werken. Tijdens de geobserveerde lessen hebben de leerlingen eveneens veel zelfstandig gewerkt aan de hand van betrekkelijk sterk gestructureerde (practicum-)opdrachten. Practicumopdrachten gaan zo mogelijk vooraf aan de behandeling van de theorie. Door de vrijheid en de verantwoordelijkheid die de leerlingen krijgen toebedeeld (keuze van activiteiten, zelfcontrole), bevatten de leerlingactiviteiten bepaalde elementen van zelfstandig leren.

Zelfstandig werken gebeurt in de regel groepsgewijs. Of dit samenwerken bijdraagt aan de effectiviteit van het leren, is voor de docent echter onduidelijk. Veel leerlingen hebben moeite om de daartoe benodigde zelfdiscipline op te brengen. Samenwerken is vooral vanuit sociaal oogpunt van belang.

De docent claimt voor zichzelf een begeleidende rol. Het geven van uitleg beperkt zich tot 50% van de lestijd. Hij loopt veel rond om vragen te behandelen. Veel voorkomende vragen worden klassikaal behandeld. Introducties van lessen zijn eveneens klassikaal. Sturing gaat vooral uit van de wijze waarop de (practicum-) opdrachten zijn geformuleerd.

Op de vraag of het gebruik van de computer een belangrijke meerwaarde heeft opgeleverd, heeft de docent geen pasklaar antwoord. Er is enige scepsis te bespeuren. Leerlingen hebben in ieder geval met de computer en IP-Coach leren werken. Voorzover de bediening van het programma goed verliep, hebben leerlingen ook goede metingen met de computer kunnen verrichten en kritisch kunnen kijken naar de kwaliteit van de meetuitkomsten. Verwerking met IP-Coach levert overigens voor veel leerlingen nog veel problemen op.

Belemmeringen komen in de eerste plaats voort uit tijdgebrek. De voorbereiding van de lessen ten dienste van het onderzoek kostte bijzonder veel tijd. Hetzelfde geldt voor de uitvoering van de lessen met gebruik van de computer. In feite is hiervoor geen ruimte in het overladen Havo-programma. Het delegeren van werkzaamheden (amanuensis) is nauwelijks mogelijk. Voorts stuit de docent op beperkingen bij de leerlingen van wie de meeste niet in staat zijn tot zelfontdekkend leren en/of tot constructief samenwerken.

Een andere belemmering vormt de programmatuur die nog steeds niet naar behoren functioneert. De docent is daardoor gedwongen om een oude versie van IP-Coach te gebruiken. Het feit dat de uitvoering van de proeven en de verwerking op de computer in gescheiden lokalen moet plaatsvinden, wordt ook ervaren als een belemmering. Een adequate begeleiding wordt daardoor nadelig beïnvloed. De docent voelt zich weinig gesteund door collega's, die zich weinig gelegen laten liggen aan het gebruik van de computer in de klas.

Klo-kenmerken

De docent heeft twee lessenseries gerealiseerd die de volgende kenmerken vertonen van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving:

- de leerlingen werken in hoge mate zelfstandig in kleine groepen aan de uitvoering van opdrachten
- de docent laat binnen de gestelde kaders veel aan het initiatief van leerlingen over
- de docent legt de nadruk op een begeleidende rol (50% van het lesgeven)
- er wordt gebruik gemaakt van rijke contexten, al wordt de inzet afhankelijk gemaakt van het te behandelen onderwerp (een omgekeerde handelwijze is ook mogelijk)
- practicumopdrachten gaan zo mogelijk aan de behandeling van de theorie vooraf
- de computer wordt ingezet voor het verrichten van metingen, al bestaat er scepsis ten aanzien van het nut
- het werken met IP-Coach levert voor de leerlingen veel problemen op.

De betekenis van samenwerken in relatie met het verwerven van natuurkundige inzichten schat de docent niet hoog in. Bij het lesgeven staat de leerinhoud en de methode centraal. De docent wenst weinig aan het toeval over te laten. Klassikale instructies vormen de ruggegraat van het didactische proces. Bij de lesdoelen ligt het accent op cognitieve inzichten. De opdrachten zijn bij voorkeur zo geformuleerd, dat leerlingen zich ondersteund weten bij het formuleren van problemen en vinden van goede oplossingen.

De docent schat de capaciteiten van Havo-4 leerlingen niet al te hoog in. Het lijkt er ook op dat de gerealiseerde lessenseries eerder uitzondering zijn dan regel. In de reguliere lessen conformeert de docent zich evenals diens collega's voornamelijk aan de weinig vooruitstrevende methode Systematische Natuurkunde. Het slecht functioneren van de apparatuur vormt een belemmering bij het gebruik van de computer.

Verschillen tussen fase 1 en 2

De verschillen in opvattingen in fase 1 en 2 zijn als volgt te omschrijven:

- in fase 2 laat de docent zich explicieter uit over onderwijskundige opvattingen die over het algemeen klo-vriendelijk zijn, maar in de praktijk onvoldoende worden gerealiseerd door de nodige voetangels en -klemmen
- De tweede lessenserie heeft een rijkere context als startpunt, maar deze

handelwijze wordt toegeschreven aan de aard van het onderwerp (met andere woorden er wordt consequent vanuit de leerinhoud gedacht)

- de mening van de docent wat betreft de inzet van de computer is in fase 2 iets positiever dan in fase 1.
- fase 2 betekent overigens niet uitsluitend vooruitgang in de richting van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen. De docent achtte de opdracht (te) veeleisend voor de leerlingen, hetgeen naar zijn mening leidde tot zwaar onvoldoende verslagen
- wellicht mede daardoor laat de docent zich in fase 2 veel pessimistischer uit over de mogelijkheden tot zelfontdekkend leren.

5.4.1.5 Docent n8 (bovenbouw havo/vwo)

Bronnen: B,C,D,E (fase 1) B,C (fase 2)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 25 jaar
- * computerervaring: Sinds 1989 gebruiker, uitwerken IP-Coach, het uitproberen, tekenen, tekstverwerken
- * sectie: afspraken over voortgang stof en repetities (in wandelgangen), één keer per jaar begroting
- * methode: Scoop en eigen materiaal
- * computer (freq/jr.): Programma: IP-Coach, voor demonstratie van verschillende natuurlijke verschijnselen; aantal computers: 2 in kabinet (1 op netwerk), 16 oude NIVO in computerlokaal. Materiaal: 2 UIA interfacekaarten, geluidssensor, temperatuursensoren, krachtsensor, lichtsensor, reedcontactsensor, magneetveldsensor
- * ondersteuning: nascholingscursus EXCO, geen nascholingscursus op gebied computers, 2 amanuenses (1 beheert IP-Coach), systeembeheerder voor halve dagen
- * klas: havo 4 (fase 1), vwo 4 (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

In de lessenserie in fase 1 gaat het om het oefenen van mechanica voor het eerste schoolonderzoek. Leerdoelen hierbij zijn: het leren omgaan met de computer en inzicht en begrip krijgen betreffende samenhang in de theorie.

De docent gebruikt voor de les eigengemaakte stencils en de computer. De computer vangt de opdrachten in het boek en is verder bruikbaar als meetinstrument, hulpmiddel bij remedial teaching en als data base. Naast het aanleren van de basisvaardigheden van IP-Coach moesten de leerlingen voorspellingen doen en achterhalen hoe de computer zaken uitrekent. De leerkracht merkte dat de leerlingen door het gebruik van de computer geconcentreerder werkten.

De docent vindt de inbreng van de leerlingen belangrijk. In de lessen kwam dit ook naar voren door inbreng van de leerlingen expliciet te vragen.

De docent is van mening dat leerlingen zo zelfstandig mogelijk moeten werken, ook aan de computer. De leraar heeft een begeleidende rol. Hij biedt hulp waar nodig, moedigt aan en controleert.

Belemmeringen bij het lesgeven ten dienste van het onderzoek ondervond de leerkracht ten gevolge van een te grote tijdsinvestering bij de lesvoorbereiding en een verkeerde tijdsplanning. De computers zijn oud, waardoor IP-Coach soms slecht werkte. Er waren ook nogal wat verschillen tussen de leerlingen in affiniteit met de computer. Tenslotte vraagt de docent zich af hoe je het onderwijs betaalbaar houdt.

Het thema van de lessenserie in fase 2 is beweging in water. Inzicht en het maken van toepassingen staan voorop. Hiervoor is volgens de docent wel bepaalde basiskennis nodig. De leerlingen hebben zelf het onderwerp gekozen en moeten ook vrij zelfstandig met het onderwerp aan de gang. Doordat de leerlingen zelfstandiger werker, zijn ze ook actiever bezig dan anders.

Als bron gebruikt de docent het leerboek, een zelfgeschreven handleiding en de computer. Volgens de docent heeft de computer een ondersteunende rol.

Volgens de docent heeft zelfontdekkend leren een langduriger leerresultaat tot gevolg. In de lessen mogen de leerlingen de richting van het onderzoek bepalen. De leerlingen werken in kleine groepjes. Het doel hierbij is de confrontatie met verschillende opvattingen en het bekijken van de leerinhouden vanuit verschillende invalshoeken. In de praktijk blijken er inderdaad verrassende uitkomsten te zijn.

Klo-kenmerken

De docent lijkt er alles aan te doen om een zo krachtig mogelijke, computer ondersteunde leeromgeving te realiseren:

- de doelen betreffen het verkrijgen van inzicht en het maken van toepassingen
- zelfontdekkend leren is uitgangspunt
- de leerlingen mogen zelf de richting van het onderzoek bepalen
- er worden niet alleen standaardopgaven gegeven

- er worden verschillende informatiebronnen gebruikt
- de leerlingen werken, in kleine groepjes, zelfstandig
- leereffecten worden nagestreefd door confrontatie met verschillende opvattingen
- de docent treedt vooral op als begeleider
- de computer heeft een ondersteunende functie
- de computer vervangt de opdrachten uit het boek

De docent is van mening dat het realiseren van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving veel tijd kost. Door de leerplandruk - de leerlingen moeten de examenstof kennen - ontbreekt de benodigde tijd. De lesvoorbereiding tijdens het onderzoek was zeer tijdrovend. Een probleem is het gebrek aan goede computers.

Verschillen tussen fase 1 en 2

De leerlinggroep is veranderd van havo 4 naar atheneum 4. Als voordeel ziet de docent dat hij meer aandacht kan besteden aan het betekenis- en structuurgericht leren. Het grote verschil tussen fase 1 en fase 2 is de zelfstandigheid van de leerling. De leerlingengroep heeft het onderwerp zelf gekozen.

5.4.1.6 Docent n9

Bronnen: B (fase 1), B (fase2)

Algemene kenmerken

- * onderwijservaring: 17 jaar (op dezelfde school)
- * computerervaring: 3,5 jaar bezit computer (IBM-compatible), dagelijks gebruikt.
Hij kent DMS en heeft nascholing IP-Coach gevolgd.
- * sectie :vrij hoe stof te behandelen, niet erg strikte afspraken, aanschaf nieuw materiaal in overleg, maar wel makkelijk.
- * methode : interactie, is gebaseerd op leerlingen die vrij zelfstandig werken.
- * computer (freq/jr.): Er staan 15 computers in het comp. lokaal, er is een netwerk: Novell. Systeemborden met een heleboel sensoren en een draaihoekmeter. In de tweede fase zijn er twee extra computers in het nat.

lokaal (daar is hij nu op aangewezen), een LCD-scherm en meer UIA kaarten door fusie. De computers in het comp. lokaal kunnen niet meer gebruikt worden doordat er dan informatica gegeven wordt.

- * ondersteuning : amanuensis, die IP-Coach niet beheerst en een systeembeheerder met 6 taakuren.
- * klas : vwo 5 (fase 1), havo 4 (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

Het doel van de lessen is de leerlingen kennis en inzicht bij brengen. Hierop is ook het huiswerk en het maken van verslagen gericht. Het leren oplossen van complexe opgaven vindt de docent minder belangrijk.

Er is geen sprake van een flexibele probleembenadering door de leerlingen. Het liefst houdt de docent strak aan de methode vast. De docent streeft wel naar zelfstandigheid van de leerlingen. Hij wil zoveel mogelijk het leerboek door de leerlingen zelf door laten werken. Ze kunnen echter niet alle proeven doen. Daardoor ontstaan hiaten die via klassikale informatie ingevuld moeten worden, anders kunnen de leerlingen niet vooruit.

Het streven naar het zelfstandig laten werken door de leerlingen wordt niet steeds gerealiseerd. De docent geeft ongeveer 50 % klassikaal les.

Leeractiviteiten en -effecten worden door de docent veel gecontroleerd, maar hij geeft hierbij weinig feed-back. De leraar is volgens hem de belangrijkste factor in het leerproces. Hij is tijdens het zelfstandig werken vrij sturend aanwezig. Hij loopt vaak rond.

De docent verbindt de natuurkundige theorie vaak met een realistische context en vindt het ook belangrijk dat leerlingen door natuurkunde de wereld om zich heen beter kunnen begrijpen (dit vooral bij de Havo klas). De leerlingen besteden 20% tot 30 % van de tijd aan het zelfstandig werken uit het boek, meestal in groepen. Voor het overige werken ze aan practica. Tussen de groepen heeft geen informatie-overdracht plaats.

Het liefst zou de docent zien dat iedere leerling een computer voor zichzelf heeft, dan zouden de proeven sneller afgewerkt kunnen worden.

De docent hecht veel waarde aan zelfontdekkend leren ("je krijgt het beste inzicht als je met de problemen geworsteld hebt"). Met de computer is zelfontdekkend leren echter moeilijk te realiseren. De computer gebruikt de docent om de leerlingen te laten meten en om gegevens te laten verwerken. In de tweede fase gebruikt hij de computer om leerlingen te leren omgaan met modellen. De leerlingen ondervonden nogal wat problemen bij het gebruik van de computer. Ze hebben nog te weinig ervaring. Ze zijn onlangs begonnen om met IP-Coach te werken. De amanuensis beheerst het programma nog niet. De leerlingen zijn in de vrij traditioneel ingestelde school niet gewend aan vrijheid. Ze willen liever dat de docent gewoon de sommen voordoet, net zoals in de andere klassen.

Klo-kenmerken

De volgende kenmerken van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving zijn aanwijsbaar:

- de docent streeft naar meer zelfstandigheid van de leerlingen
- de docent hecht grote waarde aan zelfontdekkend leren
- de docent gaat er van uit dat de leerlingen tot dieper inzicht in de leerstof willen komen
- natuurkundige inzichten worden gerelateerd aan een realistische context
- een doel van het natuurkundeonderwijs is het beter begrijpen van de leefwereld
- de computer heeft een duidelijke functie bij meten en het verwerken van de leerstof

Daarnaast heeft het onderwijs kenmerken van de traditionele school. De leraar en de methode staan centraal. De helft van de tijd wordt besteed aan klassikaal onderwijs. Het zelfstandig werken is vergaand gestructureerd en wordt systematisch gecontroleerd. Er is geen sprake van een flexibele probleembenadering. De leerlingen zijn opgeleid om te doen wat de leraar voordoet. De docent wil het liefst de leerling individueel (aan de computer) laten werken met als voornaamste doel het volgen van de methode. De computer wordt niet gezien als hulpmiddel bij zelfontdekkend leren. De docent is ten dienste van het onderzoek bewust afgeweken van het gangbare onderwijspatroon en kwam daardoor door tijdgebrek in de problemen. Hij is van plan in de toekomst meer sturing te geven bij praktijkopdrachten.

Verschillen tussen fase 1 en 2

Bij fase 2 ging er meer tijd zitten in de voorbereiding. Er moesten stencils gemaakt worden voor de computer, omdat er nieuwe leerinhouden aan de orde kwamen. De klas in de tweede fase was havo 4, in fase 1 vwo 5. In havo 4 is het volgens de docent minder goed mogelijk om leerlingen zelfontdekkend te werk te laten gaan. Het komt daar maar zelden voor. Ook zijn de leerdoelen van een lager niveau. Zo spelen doelen, zoals het begrijpen dat natuurkunde het resultaat is van gedachten constructies en het gegeven dat er meerdere interpretaties van eenzelfde onderwerp mogelijk zijn, in havo 4 een minder belangrijke rol. Het gaat daar vooral om het begrijpen en kunnen toepassen van definities en formules. In fase 2 werkt de docent met een model, hetgeen een meer complexe benadering van de problematiek inhoudt.

5.4.1.7 Docent n10

Bronnen: A,B,C,D,E (fase 1)

Algemene kenmerken

- * onderwijservaring: 13 jaar
- * computerervaring: sinds 1984
- * sectie : afspraken over proeven en te behandelen stof, inzet computer zelf bepalen
- * methode : Fysica en zelfgemaakt materiaal (fase 1), Scoop (fase 2)
- * computer (freq/jr.): programma's: WordPerfect, Quattro, IP-Coach, Wp-works; aantal computers: 20, frequentie: 15 lessen per jaar IP-Coach materiaal: 4 UIA-kaarten, Geiger Müllersensor, geluidssensor, temperatuursensor, lichtsensor, reedcontactsensor, magneetveldsensor, draaihoek sensor, druksensor (fase 1). Nieuwe versie IP-Coach, UIB-kaart (fase 2).
- * ondersteuning: Woutschotenconferenties, natuurkunde en microcomputers 2 en 3
- * klas :Vwo 5 (fase 1), Havo 4 (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

In de lessen van fase 1 staat het begrijpen van de wet van Faraday centraal. De lessen sluiten aan bij de exameneisen. De docent vindt dat de leerlingen door practica hun inzichten moeten verdiepen. Door gebrek aan practicummaterialen is dat niet goed mogelijk.

De computer, een handleiding, proeven, demonstraties en demo's worden in de lessen gebruikt als informatiebron. De leerkracht zag de computer in de lesvoorbereiding als een extra. De leerlingen moeten leren werken met de computer ter voorbereiding op lessen, waarbij de computer echt nodig is. Tijdens de lessen verwerken de leerlingen ook gegevens met behulp van IP-Coach. Na de lessenserie geeft de leerkracht aan dat hij de meerwaarde van de computer inziet.

De leerkracht geeft zo'n 75% klassikaal les en legt vaak theorie uit. Dit komt duidelijk terug in de voor het onderzoek uitgevoerde lessen waarin de docent veel uitleg en demonstraties geeft. Leerlingen voeren in groepjes een computerproef en een experiment uit, waarbij de leerkracht rondloopt, motiveert en helpt. Hoewel de leerkracht zegt complexe opgaven, zoals het schrijven van verslagen, belangrijk te vinden, is er in de gegeven lessen slechts sprake van een stap-voor-stap-procedure.

De docent heeft zich verkeken op de tijdsplanning en de beginsituatie van de leerlingen. De leerstof was te moeilijk, waardoor de leerlingen veel vragen hadden en dit kostte weer veel tijd. Bovendien liet de apparatuur het soms afweten.

In fase 2 is thema van de lessenserie Trillingen. Feitenkennis, kennis van begrippen en het toepassen van begrippen staan voorop. Als informatiebronnen worden het leerboek, zelfgemaakte stencils en de computer gebruikt. De computerapparatuur is gebrekkig. De leerlingen moeten leren omgaan met IP-Coach. De docent vindt het programma voor de Havo leerlingen echter te moeilijk. De docent geeft veel klassikaal les met mondelinge uitleg en demonstraties. Door het stellen van vragen wil hij de voorkennis van de leerlingen activeren. Door de grootte van de groep leerlingen is dat moeilijk te realiseren. Een opvatting van de leerkracht is dat de onderwerpen niet per se gekoppeld moeten worden aan een concrete ervaring. Een realistische setting kan fysica namelijk erg ingewikkeld maken.

De docent vindt dat leerlingen eigenlijk zelfstandiger zouden moeten leren, zoals bijvoorbeeld het leren formuleren van een probleem of het plannen van de oplossing. Dit kan pas gerealiseerd worden indien de gehele school hier aan meewerkt. Hierbij komt ook dat leerlingen bepaalde onderwerpen gewoon gehad moeten hebben. Er is basiskennis vereist die door de docent aangebracht moet worden.

Tijdens de lessen klopte de tijdsplanning van de docent niet. Verder merkte hij dat de leerlingen hun huiswerk niet deden. Als oplossing probeert de docent de leerlingen nu te motiveren door te dreigen met straffen.

Klo-kenmerken

De volgende kenmerken van een computer ondersteunde, krachtige leeromgeving zijn aanwijsbaar:

- het doel van de lessen is het verwerven van kennis en het leren beheersen van begrippen
- de leraar gebruikt verschillende informatiebronnen
- in fase 2 wil de docent leren modeldenken
- de computer wordt ingezet om er mee te leren werken
- de docent ziet de meerwaarde van de computer in.

De volgende kenmerken gaan niet in de richting van een krachtige leeromgeving. Het maken van toepassingen behoeft volgens de docent niet per se plaats te vinden binnen zinvolle contexten. Een realistische setting kan naar zijn mening de natuurkunde ingewikkeld maken. De lessen zijn stap voor stap gestructureerd. In fase 2 wil de docent de leerlingen in modellen leren denken. Hier is een streven merkbaar naar meer complexe opgaven. In de overige lessen is hiervan echter niets te merken.

De leerkracht is vaak zelf aan het woord. Het onderwijs is leraargecentreerd. Van de beschikbare tijd wordt 75% klassikaal lesgegeven. De verwerking van de leerinhoud gebeurt door middel van opgaven die individueel gemaakt moeten worden. Natuurkunde als vak staat centraal, over aansluiting bij interesses van de leerlingen wordt niet gesproken.

Het leerproces van de leerlingen wordt nauwkeurig gevolgd door het huiswerk te controleren. Omissies worden zwaar bestraft.

Verschillen tussen fase 1 en 2

Bij de vergelijking tussen fase 1 en 2 doet zich het probleem voor dat de leerlinggroep veranderd is van Vwo 5 naar Havo 4. De docent geeft aan bij de laatste groep voorzichtig te moeten zijn, omdat diepe verwerking niet mogelijk is. Bovendien is de leerlinggroep erg groot, waardoor veel tijd gaat zitten in de organisatie. Er zijn wat betreft lesgeven geen duidelijke verschillen te vinden tussen fase 1 en 2. De docent geeft zelf ook aan dat de lessenserie uit de tweede fase in hoofdlijn niet afwijkt van de normale lessen.

5.4.1.8 Docent n1 (bovenbouw vwo)

Bronnen: B (fase 2)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 19 jaar
- * computerervaring: sinds invoering pc,s op school; IP-Coach en zelfgemaakte programma, geen nascholing
- * sectie: geen afspraken voor bovenbouw
- * methode: Interactie
- * computer (freq/jr.): 7 computers in natuurkunde lokaal, 20 computers in informaticalokaal, 4UIA-kaarten & 2 UIB-kaarten, gebruikt IP-Coach meer dan 10 keer per jaar
- * ondersteuning: amanuensis, systeembeheerder, ondersteuning bij grote groep
- * klas: 5 Vwo

Samenvatting interviewgegevens

De belangrijkste werkvorm van de docent is de klassikale bespreking. De docent bespreekt zowel nieuwe stof als problemen die leerlingen tegen kunnen komen. Het maakhuiswerk wordt klassikaal gecontroleerd en practica worden afgesloten met een nabespreking. De klassikale bespreking heeft verschillende doelen: bij nieuwe stof activeert de docent de voorkennis en introduceert hij nieuwe begrippen. Met opdrachten toetst de docent of de leerlingen de nieuwe stof begrepen hebben. De nabespreking van het practicum acht de docent waardevol. Door een vaste structuur in het verslag te eisen, kan de docent het verloop van het practicum beïnvloeden. De docent vindt het moeilijk om de vordering van de leerlingen te volgen.

Tijdens de klassikale besprekingen overlegt de docent met de leerlingen en overleggen de leerlingen ook onderling. Samen wordt er over verschillende begrippen en problemen gediscussieerd. Naast deze klassikale besprekingen voeren de leerlingen in groepsverband de practica uit en bestuderen ze soms samen de theorie. Het practicum is naast de methode de tweede informatiebron voor leerlingen. Het doel van het practicum is volgens de docent het op een andere manier bekijken van nieuwe leerstof.

De docent vindt het belangrijk dat leerlingen in verschillende lessituaties werken omdat het de zwakke en sterke kanten van de leerlingen laat zien. Tijdens het werken in groepen merken leerlingen sneller dat het fout gaat.

Een ander aspect van het lesgeven waaraan de docent veel waarde hecht is de dagelijkse context. Meestal start de docent zijn lessen vanuit de belevingswereld van de leerlingen. Een van de redenen waarom hij met de realiteit start is dat de leerlingen dan goed zien onder welke condities de stof toepasbaar is. Daarnaast moeten de leerlingen de voorbeeldsituatie grondig onderzoeken.

Naarmate leerlingen verder komen, geeft de docent zijn leerlingen meer ruimte voor een eigen invulling. De practica worden minder voorgestructureerd. De leerlingen moeten zelf een probleemstelling formuleren. Ook moeten ze ontdekken hoe bepaalde informatie is te verzamelen. De docent vindt het belangrijk dat de leerlingen zelf hun eigen leerweg leren te vinden.

Op management gebied heeft de docent niet veel problemen. De computer heeft geen belangrijke plaats binnen zijn onderwijs. Hij vindt het waardevol dat de leerlingen met de computer kunnen werken. Zo laat hij ze kennismaken met het programma IP-Coach, in het bijzonder met de rekenvellen. De leerlingen moet hiermee leren werken.

De docent vindt het lastig dat hij tijdens het practicum geen zicht heeft op de handelingen van de leerlingen. Daarnaast geeft hij aan dat zelfontdekkend leren het gevaar in zich heeft dat leerlingen gedemotiveerd kunnen raken. Ten slotte stelt hij dat het practicum de theorie kan ondermijnen.

Klo-kenmerken

Verschillende opvattingen van de docent betreffen klo-kenmerken:

- het voortdurend met de leerlingen bespreken van de leerstof
- het in contact brengen van de leerlingen met de leerstof in verschillende

situaties

- de leerlingen hierdoor hun sterke en zwakke punten laten ontdekken
- aandacht voor het door de leerlingen laten ontdekken van een eigen leerweg
- meer ruimte voor een eigen invulling naarmate de leerlingen verder komen in het onderwijsleerproces
- het zoveel mogelijk nemen van de dagelijkse realiteit als uitgangspunt bij het lesgeven
- de aandacht voor de toepasbaarheid van de leerstof onder diverse condities.

Bepaalde meningen zijn echter moeilijk met de bovengenoemde opvattingen te rijmen, o.a. die betreffende de gevaren in het ontdekkend leren en de gespannen relatie tussen theorie en practicum. Een zekere scepsis ten aanzien van klo-kenmerken klinkt daarin door.

Het benutten van de mogelijkheden van de computer is minimaal. Zo gebruikt de docent de computer niet om de leerlingen op een andere manier in contact te laten komen met de leerstof. Het kunnen omgaan met het apparaat staat centraal. De docent gebruikt de computer ook niet voor het demonstreren van nieuw verworven kennis. Door een meer consequente inzet van de computer zou de docent meer tijd kunnen vrij maken om meer zicht te krijgen op de handelingen van de leerlingen. Waarom hij de computer niet voor deze doeleinden gebruikt is niet duidelijk.

Verschillen tussen fasen 1 en 2

Docent n1 is alleen geïnterviewd voor en na de lessen in fase 2.

5.4.1.9 Docent n5

Bronnen: BCDF (fase 1), BCEF (fase 2)

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 25 jaar, 20 jaar op deze school
- * computerervaring: thuis IP-Coach (als demoprogramma) en tekstverwerken, DMS, simulatieprogramma's; cursussen DMS, IP-Coach, NIVO en Ariadne, beheerderscursus, cursus informatiekunde gegeven
- * sectie: werkt als enige in de bovenbouw; eigen planning
- * methode: Fysica, eigen materiaalaanpassingen (m.n. practicumopdrachten)
- * computer (freq/jr.): IP-Coach - 4 jr., 7 lessen p/jr.,
DMS - 5 jr., 3 lessen p/jr., Lenzensimulatie - 1 les p/jr. 3 UIA-kaarten, 3 verrijdbare computers, computerlokaal met 15 IBM's en enkele Mac's, Novel-netwerk
- * ondersteuning: amanuensis + systeembeheerder, goede samenwerking
- * klas: 4 Vwo (fase 1), 6 Vwo, kleine klas (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

De lessen hebben twee hoofddoelen: kennis van begrippen, theorieën en wetten van de natuurkunde; in contact komen en leren omgaan met de computer.

De docent gebruikt bij het lesgeven vooral de methode, hoewel het belang van buitenschoolse ervaringen, leuke dingen naast de methode, media voor het aanreiken van meer dan één perspectief en excursies wordt ingezien. Voor het practicum zijn er gestructureerde stencils die letterlijk worden gevolgd. Er is geen sprake van een flexibele probleembenadering door de leerlingen. Het afwegen van informatie gebeurt sporadisch in een discussie/leergesprek geleid door de docent.

Ongeveer de helft van de tijd wordt besteed aan lesgeven bestaat uit klassikale instructie, de andere helft uit het werken in kleine groepen. De leerlingen werken nooit alleen. De docent houdt het werken in groepen voortdurend in het oog. De mogelijkheden voor zelfstandig werken door de leerlingen worden laag ingeschat. Alleen de goede leerlingen zijn daartoe in staat. Zelfstandig werken in groepen beperkt zich tot het in eigen tempo aan een opdracht werken.

De docent heeft bij het lesgeven een sterk sturende rol: theorie wordt uitgelegd, opgaven behandeld, experimenten worden gedemonstreerd en opdrachten vergaand voorgestructureerd. De opvattingen die ze over het kunnen van leerlingen heeft rechtvaardigen deze didactiek. Leerlingen kunnen niet zelfstandig ontdekken, ze zijn niet in staat uit een voorbeeldsituatie een theorie af te leiden, ze beperken zich voornamelijk tot imiteren van wat wordt voorgedaan.

Toepassingen vinden plaats binnen de theorie aan de hand van gesloten opdrachten, die op zich al moeilijk genoeg zijn. De sommen uit het boek worden tevoren gecontroleerd op belang en moeilijkheidsgraad. Aan oefening met standaardopgaven geeft de docent de voorkeur boven het oplossen van ingewikkelde problemen.

Om de leerprestaties van de leerlingen te volgen controleert de docent het maakhuiswerk, behandelt opgaven en loopt tijdens het werken rond. De leerlingen krijgen de mogelijkheid inzicht in eigen presteren te krijgen aan de hand van proefrepetities een week voor de echte overhoringen. Alleen in de hoge klassen moeten de leerlingen verslagen schrijven.

De computer fungeert bij het onderwijs slechts in beperkte mate. De docent vindt de computer noch als meetinstrument noch als informatiebron belangrijk. De docent ziet het gebruik van de computer meer als een extraatje en als hulpmiddel voor demonstratiedoeleinden.

Organisatorisch levert de inzet van de computer problemen op: de computer moet gehaald worden of leerlingen moeten naar een ander lokaal; er zijn maar twee computers beschikbaar; er is een tekort aan programma's. Bovendien vraagt het werken aan de computer naar de mening van de docent om veel begeleiding. De docent ervaart op dit punt veel belemmeringen voor het realiseren van een krachtige leeromgeving.

Klo-kenmerken

Hoewel de docent werkt vanuit een traditioneel, leraargecentreerd onderwijsmodel zijn er toch opvattingen die aansluiten bij de kenmerken van van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving:

- er moet tijd besteed worden aan multiple perspectieven
- het is zinnig om leerlingen niet alleen te laten luisteren maar om ze actief bezig te laten zijn
- het onderling uit laten leggen van leerlingen vormt een goede weg tot beter begrip
- als ideaal leeft een circus van proefopstellingen en verschillende onderdelen in één les, zodat er meer "leven in de brouwerij" komt.

De docent heeft een aantal stellige opvattingen omtrent het kunnen van leerlingen. Ze zijn niet in staat tot zelfontdekkend leren, zien alleen wat in het boek staat en verwaarlozen het leerhuiswerk. Het begrijpen van verschillende interpretaties is niet voor alle leerlingen haalbaar. Dit leerlingbeeld is diep verankerd en vormt een onwrikbaar uitgangspunt voor het doen en laten.

Verschillen tussen fase 1 en 2

Op twee punten is de invloed van de instructieles (workshop over constructivisme) merkbaar:

- de docent spreekt in fase 2 meer over het aansluiten bij de kennis en interesses van de leerlingen
- er wordt gedacht aan het starten vanuit een realistische context en de leefwereld
- het verschil in werken tussen leerlingen krijgt meer aandacht
- in fase 2 is de houding tegenover de computer ingrijpend veranderd
- er wordt gesproken over exploreren met IP-Coach
- de computer kan bepaalde functies van de docent overnemen
- via de computer kunnen de leerlingen tot andere inzichten komen
- op een computer is een modelomgeving gemakkelijker te maken en kunnen aan het werken met modellen hogere eisen gesteld worden
- op de computer is snel te zien wat er fout gaat.

Bij de eerste drie opvattingen worden enkele kanttekeningen geplaatst. Hoewel het zinvol is om contextgebonden bezig te zijn, is het moeilijk om voor iedere leerling een geschikte context te vinden. Bovendien is het starten vanuit een realistische context afhankelijk van het onderwerp en legt het te veel betrekken van de leefwereld te veel beperkingen op. Het centrale doel bij het lesgeven blijft het begrijpelijker maken van de leerinhoud. De herziene opvat-

tingen leiden niet tot een vernieuwde didactiek.

Het laatste geldt niet met betrekking tot de veranderde opvattingen omtrent de computer. In fase 1 werd de computer beoordeeld als een onbelangrijke variabele in het leerproces, een extraatje waarmee geen andere stof dan normaal geleerd kan worden. In fase 2 wordt op een geheel ander wijze over het leermiddel gesproken.

5.4.1.10 Docent n6

Bronnen: BCF (fase 2), enkele vragen fase 1

Algemene kenmerken:

- * onderwijservaring: 8 jaar
- * computerervaring: thuis een computer, programmeren, nascholing voor IP-Coach
- * sectie: afspraken over tekstmateriaal, proefwerken, experimenten, aanschaf computer- en practicummateriaal
- * methode: Scoop, maakt zelf nauwelijks materiaal, practicumboek met opdrachten
- * computer (freq/jr.): IP-Coach als demoprogramma, 4 lessen p/jr. in verschillende klassen, simulatieprogramma Golven (door docent zelf gemaakt), 1 les p/jr.
- * ondersteuning: amanuensis (geen systeembeheerder)
- * klas: 4 Vwo

Samenvatting interviewgegevens

Enkel uit het hoofd leren vindt de docent niet voldoende en toepassen is nog geen begrijpen. De docent noemt als doelen een diepe verwerking van de leerinhouden, ontdekken van regels en relaties in een model en het leren werken met NEMO.

De docent werkt met een boek en opdrachtstencils en geeft de leerlingen, die voornamelijk zelfstandig (alleen of in groepjes) aan 't werk zijn ter ondersteuning een samenvatting van de klassikale instructie mee. Gemotiveerd zelfstandig laten werken is beter dan klassikaal lesgeven, vindt de docent. De leerlingen werken dan ook 85% van de tijd aan opdrachten. De leerlingen moeten problemen eerst zelf uitzoeken. Taken van de docent zijn vragen beantwoorden, helpen als er iets fout gaat en kijken hoe leerlingen opgaven maken. Er vindt geen controle van huiswerk of ander werk van de leerlingen plaats. Het vaststellen van leereffecten vindt plaats aan de hand van vier maal per jaar gehouden peilproeven. De docent wil vaststellen in hoeverre de leerlingen een bepaald punt bereikt hebben.

De docent probeert voort te bouwen op aanwezige kennis bij de leerlingen en aandacht te geven aan concrete ervaringen, maar vindt het niet gemakkelijk overal een context bij te vinden. Soms geeft hij er de voorkeur aan met de theorie te starten.

De mening van de docent over het kunnen van de leerlingen is niet altijd positief. Zo acht hij de mogelijkheid om actief en zelfstandig bezig sterk afhankelijk van de leeftijd. Zelfontdekken door de leerlingen is alleen mogelijk bij eenvoudige opgaven. De leerlingen zijn niet in staat tot het zelfstandig oplossen van complexe problemen. Ze hebben moeite met probleemformulering, kunnen niet doelgericht oplossen en pakken te snel, zonder na te denken, zaken aan.

De docent vindt de computer belangrijk als meetinstrument in het leerproces. Echter, erg positief staat de docent er niet tegenover. De computer levert geen extra bijdrage. Het gevaar is dat de leerling handelt zonder na te denken of speelt met de programma's alsof het spelletjes zijn. Doorgaans gebruikt de docent de computer dan ook alleen voor demonstraties. Tijdens de lessen ten dienste van het onderzoek heeft hij de computer gebruikt omwille van het onderzoek.

De docent ondervond belemmeringen van verschillende aard met betrekking tot de realisering van de gevraagde lessenserie: de beschikbare tijd was een probleem en ook de voorkennis van de leerlingen. Ze hadden hiervoor op geheel andere wijze, namelijk analytisch, problemen leren oplossen en nu moest het meer kwantitatief. Daarnaast kon door gebrek aan materiaal niet met IP-Coach gewerkt worden, had de docent te weinig opdrachten gemaakt en waren het de laatste, onrustige lessen voor de kerstvakantie.

Klo-kenmerken

De docent is werkzaam op een Montessori-school. Mede op grond daarvan wordt op een aantal punten gewerkt in de richting van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving:

- de actieve, zelfstandig werkende leerling is uitgangspunt
- de leerlingen moeten proberen de problemen eerst zelf op te lossen
- de lessen sluiten aan bij aanwezige kennis en ervaringen

- de leerlingen leren op analytische wijze problemen oplossen
- de controle op de leerprestaties is beperkt en gereguleerd
- de docent heeft uitdrukkelijk een begeleidende rol
- de leerlingen kiezen zelf of ze alleen of in een groepje werken
- de leerlingen plannen individueel repetities.

Een aantal opvattingen betreffende de capaciteiten van de leerlingen is niet bevorderlijk voor het creëren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen. De leerlingen kunnen alleen bij eenvoudige opgaven zelfstandig ontdekken en doelgericht werken. De inhoudelijke structurering van de lessen is hoofdzakelijk afkomstig van de docent. Daarnaast is er een groot vertrouwen in de mogelijkheden van een goed leerboek en een goede handleiding.

De docent schat de didactische mogelijkheden van de computer laag in. Extra bijdragen zijn er niet van te verwachten, hoogstens het demonstreren van bepaalde relaties. In de ogen van de docent kan de computer het ludieke element in het onderwijsleerproces te veel versterken. De docent lijkt hieraan slechts een beperkte plaats te willen toekennen.

Vergelijking docenten n7 en n6

In plaats van docent n7 is in fase 2 docent n6 geïnterviewd. Beide docenten worden hieronder op een aantal punten met elkaar worden vergeleken.

Verschillen tussen fase 1 en fase 2 (docent n7 en docent n6)

Het gaat bij de vergelijking om verschillende docenten met verschillende klassen. Relatering van verschillen aan een mogelijke invloed van de workshop is daardoor onmogelijk.

Het realiseren van een aantal klo-kenmerken, zoals zelfstandige werkvormen, individuele tijdsplanning en realistisch onderwijs, hangt voor een groot deel samen met het gegeven dat les wordt gegeven op een Montessorischool. Docent n6 gaat hierbij echter met meer overtuiging te werk dan docent n7.

Met name op het punt van kunnen van leerlingen verschillen beiden van mening. Docent n7 heeft weinig vertrouwen in het vermogen van leerlingen om zelfstandig te kunnen werken aan complexe opgaven. Leerlingen koppelen naar zijn mening in het leerproces niet terug, leren vaak alleen uit 't hoofd en pakken problemen zonder overleg te snel aan. Docent n6 geeft nergens blijk

ervan overeenkomstige opvattingen te hebben.

Docent n7 laat zich overwegend negatief uit over het inzetten van de computer: de computer draagt niets extra's bij, maar brengt wel het gevaar met zich mee dat leerlingen niet nadenken over waar ze mee bezig. Docent n6 daarentegen legt de nadruk op het enthousiasme waarmee sommige leerlingen met de computer werken en op het feit dat ze door gebruik van de computer andere zaken hebben geleerd.

Alleen docent n6 heeft deelgenomen aan de workshop.

5.4.1.11 Docent n11

Bronnen: BCEF (fase 1), B (voor de helft!) (fase 2)

Algemene kenmerken

- * onderwijservaring: 28 jaar, 19 jaar op deze school
- * computerervaring: sinds '83 thuis voor proberen programma's + tekstverwerken, cursussen voor toegepaste onderwijskunde in de Natuurwetenschappen, DOS, IP-Coach en NEMO
- * sectie: iedere docent doet dezelfde proeven, aanschaf materialen in overleg, voor het overige vrij
- * methode: Middellink
- * computer (freq/jr.): IP-Coach - 3 jr., 6 lessen p/jr., DMS 5 jr., 6 lessen p/jr., simulatieprogramma's, 1 verrijdbare computer voor natuurkunde, 3 UIA kaarten; computerlokaal met 19 computers, Novell netwerk; fase 2: nieuwe computers in computerlokaal, nieuwe versie van het programma Lenzen
- * ondersteuning: 2 amanuenses, 1 systeembeheerder voor 2 taakuren
- * klas: 5 Vwo (fase 1), 4 Vwo (fase 2)

Samenvatting interviewgegevens

De docent streeft met zijn onderwijs meer algemene doelen na. De leerlingen moeten leren: verslagen te schrijven, met regelmaat te studeren, op tijd zaken af te ronden, resultaten aan theorieën te koppelen en wetenschappelijk te denken. Ook ziet hij als taak voor de leraar de leerlingen enthousiast en betrokken te krijgen. Omdat de leerlingen nog te jong zijn, is nauwelijks nog intrinsieke motivatie aanwezig (in de zesde klas wordt dat beter).

De leraar vervult een centrale functie: de leraar behandelt opgaven, illustreert de stof, demonstreert. Hij herhaalt kort de vorige les, geeft aanwijzingen voor het verdere verloop van de les en vat aan het einde de les samen. Hij maakt gebruik van de methode en stencils. Het leerboek betitelt hij als "klassiek met een duidelijke structuur en uitkomsten achterin". Het boek vindt hij een belangrijke factor in het leerproces.

De docent organiseert zijn lessen zowel klassikaal als in de vorm van groepswork. Hij laat ze nooit individueel werken, maar altijd in groepen van twee. Tijdens het groepswork laat hij de leerlingen zelfstandig werken aan problemen, hij loopt rond en helpt waar nodig.

Maakhuiswerk controleert hij niet, wel geeft hij 12 keer per jaar een schriftelijke overhoring of toetst mondeling het leerhuiswerk. Bij practicumlessen, die hij vrij weinig geeft, wordt een verslag gemaakt of een stencil met meetgegevens ingevuld. Altijd controleert hij de grafieken die leerlingen maken. Aan de hand van een CITO-toets kijkt hij of leerlingen de begrippen hebben verworven.

De computer is als meetinstrument een betekenisvolle variabele in het leerproces. Simulaties ziet de docent als een belangrijk hulpmiddel: ze laten sneller zien hoe experimenten verlopen en het herstellen van fouten gaat gemakkelijker. Leerlingen zijn daardoor meer geneigd fouten te herstellen. Toch denkt de docent dat de leerlingen niet meer hebben geleerd dan zonder de computer.

Met betrekking tot het gebruik van de computer ziet de docent enkele problemen. De kwaliteit van de simulaties is vaak slecht. Het computerlokaal wordt niet goed beheerd. De leerlingen beheersen de computer onvoldoende. Bovendien is er maar 1 meetcomputer aanwezig en zijn er in fase 2 startproblemen met de nieuwe computers.

Klo-kenmerken

In de opvattingen en lessen van de docent komen de volgende kenmerken van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving naar voren:

- de leerdoelen (zoals leren studeren, leren wetenschappelijk te denken en verslagen leren maken) zijn breder dan strikt inhoudelijke doelen gekoppeld aan het vak
- discussies met docent en medeleerlingen zijn belangrijk
- naar de mening van de docent leren leerlingen het meest van zelfstandig werken
- in de vijfde klas loopt een zelfwerkzaamheidsproject, waarbij de leerlingen met behulp van stencils, proeven en een tijdschema zelfstandig aan de slag gaan

- bij het project heeft de docent in sterkere mate een begeleidende rol
- aan het eind van de vierde klas wordt er een context bij de leerinhoud betrokken, hoewel de docent in het algemeen problemen heeft met het aansluiten bij kennis en ervaringen van de leerlingen
- via het onderwerp 'krachten' tracht de docent aan te sluiten bij de wiskundekennis van de leerlingen.

Tegenover deze klo-kenmerken staan opvattingen en lessituaties vanuit een meer traditionele onderwijsbenadering. De docent is van mening dat leerlingen het meeste baat hebben bij een sterk voorgestructureerde leeromgeving. Hij gebruikt een leerboek met een duidelijke structuur, dat aanleiding geeft tot frontaal lesgeven. In zijn ogen heeft de leraar een centrale rol. De docent moet herhalen, uitleggen, samenvatten, laten zien waar de problemen zitten en opgaven behandelen. De docent denkt dat bij zelf laten ontdekken inzichten niet beter en duurzamer doordringen.

Het leren van meerdere interpretaties van bij een bepaald verschijnsel acht de docent niet belangrijk. De docent is van mening dat een diepere verwerking van de leerinhoud alleen op het Vwo haalbaar is. Voor intrinsieke motivatie zijn de leerlingen meestal te jong. De leerlingen kunnen door gebrek aan ervaring geen informatie afwegen. Ze nemen alles wat ze leren voor waar aan. Dit beeld van de leerling komt vooral naar voren in fase 2, waar de docent te maken heeft met 4 Vwo (in fase 1: 5 Vwo).

Ook met betrekking tot het aansluiten bij kennis en context van de leerlingen ziet de docent bezwaren. Hij vindt het een probleem om aan te sluiten bij de leefwereld van de leerlingen en is er ook niet van overtuigd dat leerlingen er op zitten te wachten. Bovendien is hij van mening dat het gebruiken van een context alleen maar moeilijker is voor leerlingen. Liever gaat hij daarom uit van een ideale situatie.

Het is duidelijk dat de docent in leeftijd en mogelijkheden van leerlingen belemmeringen ervaart voor het realiseren van een krachtige leeromgeving.

Verschil fase 1 / fase 2

Verschillen tussen de fasen kunnen niet worden vastgesteld, omdat fase 2 niet volledig is gevolgd bij deze docent.

5.4.1.12 Docent n12

Bronnen: B (fase 2)

Algemene kenmerken

- * onderwijservaring: 25 jaar waarvan 23 jaar op deze school
- * computerervaring: begin jaren tachtig; IP-Coach
- * sectie : nauwelijks afspraken; practicumdepot die iedereen gebruikt
- * methode : Middellink systematische natuurkunde; boek leent zich goed voor het zelfstandig werken van de leerlingen
- * computer (freq/jr.): studiezaal met 40 computers, 3 computers natuurkundelokaal en 2 lokalen met 15 pc's; IP-Coach 3 à 4 lessen/jaar
- * ondersteuning : 2 amanuenses; 1 toa; 1 systeembeheerder. Toa help in de klas tijdens practica
- * klas : 5 Vwo

Samenvatting interviewgegevens

Tijdens zijn lessen legt de docent de meeste nadruk op het zelfstandig werken. Hij vindt het erg belangrijk dat de leerlingen hun eigen verantwoordelijkheid leren dragen. In 80% van de lestijd wordt zelfstandig, alleen of in groepjes, gewerkt. De docent wil de leerinhoud aanbieden op het niveau van de individuele leerlingen. De leermiddelen die de docent gebruikt zijn hierop afgestemd. Zo is de methode zeer geschikt om zelfstandig te bestuderen. De leerlingen kunnen de opdrachten in het boek ook nakijken aan de hand van uitwerkingen. De proefwerken die de leerlingen krijgen, zijn vooral bedoeld om de leerlingen te laten ervaren in hoeverre zij de leerstof beheersen. De docent ziet wel in dat hij de leerlingen moet leren hoe zij met deze zelfstandigheid om moeten gaan.

Leerlingen moeten kritischer worden. Ze moeten zichzelf vragen gaan stellen. Hierdoor krijgen ze meer inzicht in waar ze mee bezig zijn. Als ze iets niet begrijpen moeten de leerlingen eerst goed voor zichzelf formuleren wat ze niet begrijpen. De docent geeft de leerlingen meestal niet meteen een antwoord. Hij stelt de leerlingen eerst een andere vraag. De docent vindt het slecht dat de practica in te grote mate voorgestructureerd zijn. De handleidingen lijken te veel op een kookboek. De leerlingen hoeven alleen maar in te vullen. Dit wil hij in de toekomst veranderen. De practica moeten opener worden. Dit geeft de leerlingen de mogelijkheid om zelf met ideeën te komen. Leerlingen zullen veel meer doelgericht leren werken. Ze moeten conclusies uit de relevante gegevens leren te trekken.

Tijdens de lessenserie ten dienste van het onderzoek hebben de leerlingen met modellen leren werken. De docent onderschrijft de betekenis hiervan. Het leren van feiten is minder belangrijk dan inzicht krijgen, maar hij stelt wel dat leerlingen eerst de formules moeten kennen voordat ze verder kunnen.

De docent kijkt niet erg positief aan tegen het inschakelen van een realistische context. Hij vindt dat de realiteit inzichten onnodig moeilijk maakt, zodat de leerlingen vanaf de middenmoot het niet meer begrijpen. Het is beter om een alledaags voorbeeld naar hoofdzaken reduceren, zodat de leerlingen de leerinhoud eerst binnen deze eenvoudige situatie leren kennen. Pas als leerlingen de vereenvoudigde situatie onder controle hebben, is een bredere context verantwoord.

Al hecht de docent meer waarde aan de abstracte, theoretische leerinhouden, toch ziet hij in dat het ook belangrijk is dat leerlingen in een realistische context werken. De leerlingen moeten zich realiseren dat modellen de werkelijkheid simuleren. De docent heeft een open oog voor de mogelijkheden van de computer. De leerling kan er mee tekenen en berekeningen uitvoeren. Ook is het trainen van het maken van opgaven goed mogelijk, evenals het maken van meer omvattende modellen. De docent heeft de computer tijdens de lessenserie ten dienste van het onderzoek ingezet voor het simuleren van een gedeelte uit de leerinhoud en het werken met een model.

Klo-kenmerken

Op verschillende punten zijn de ideeën van de docent in overeenstemming met wat wordt vereist voor een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving:

- de leerlingen werken in 80% van lestijd zelfstandig

- de leerlingen moeten leren hoe met hun zelfstandigheid om te gaan
- de leerlingen dragen een eigen verantwoording
- proefwerken hebben een diagnostische waarde voor de leerling
- de leerlingen moeten kritischer worden en leren exacte vragen te stellen
- vragen van leerlingen worden niet rechtstreeks beantwoord, maar via tussenvragen
- het leren in groepen heeft een plaats
- de leerlingen krijgen een individuele begeleiding
- tijdens de practica is de docent voor een grotere mate van vrijheid
- de leerlingen moeten met eigen ideeën komen
- de relatie theorie/realiteit speelt een grote rol
- diverse mogelijkheden van de computer worden ingezien
- de leerlingen werken met modellen

De docent heeft vraagtekens bij het inschakelen van een realistische context. De theoretische, schoolse leerinhouden staan bij zijn lesgeven centraal. Een stringente structuur is tot op zekere hoogte een vereiste.

5.5 Vergelijking docenten

Vergelijkingen tussen docenten zijn minstens op twee wijzen mogelijk:

- een vergelijking op grond van een totaalindruk
- vergelijkingen ten aanzien van detailpunten.

Beide soorten van vergelijking werden uitgevoerd. In deze paragraaf volgt een verslag.

5.5.1 *Vergelijking op grond van een totaalindruk*

Zoals reeds eerder vermeld, zijn de verslagen van de interviews samengevat en vervolgens gescoord op een daarvoor ontwikkeld instrument (zie 5.3). De resultaten van de score zijn aan de orde geweest in een vergadering, waarin de vier codeurs samen met twee onderzoekers van het project aanwezig waren. De gelegenheid is gegeven om eventuele problemen bij de scoring alsnog aan

de orde te stellen. Van deze mogelijkheid is nauwelijks gebruik gemaakt. Daarnaast zijn de geïnterviewde docenten onderling vergeleken. Ze zijn daarbij geplaatst op een denkbeeldige lijn die loopt van "traditioneel denkend (c.q. lesgevend)" tot "denkend (c.q. lesgevend) volgens de eisen van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen". De voornaamste kenmerken van het traditionele onderwijs zijn: leraargecentreerd, klassikaal, een overwegend volgende leerling, het strikt volgen van de methode, strenge controle, huiswerk. De kenmerken van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen zijn hiervoor aan de orde geweest (zie 5.3., instrumentontwikkeling). De denkbeeldige lijn tussen beide uitersten is gestructureerd met behulp van een zespuntsschaal. Hieronder volgt een overzicht van de plaatsing van de docenten. Het zal duidelijk zijn dat het gaat om een globale inschatting, verkregen door besluitvorming op grond van onderlinge discussie. De hiervoor (5.5) besproken samenvattingen vormden het uitgangspunt. De volgorde van de docenten in het schema is dezelfde als die waarin de samenvattingen zijn gegeven.

Tabel 5.5 Plaatsing twaalf docenten

docenten	traditioneel					klo
	1	2	3	4	5	6
n2				*		
n4		*				
n7					*	
n3			*			
n8					*	
n9		*				
n10	*					
n1			*---	---	*	
n5	*					
n6			*			
n11		*				
n12				*		

Bij twee docenten (n7 en n8) gaan de opvattingen (c.q. het onderwijs) in de richting van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving. Docent n7 is

werkzaam op een Montessori-school. In het Montessori-onderwijs is de leeromgeving steeds sterk benadrukt.

Twee docenten (n10 en n5) geven overwegend traditioneel onderwijs. Docent n5 is ná de workshop wat betreft de opvattingen over de computer veranderd. In dit geval heeft een confrontatie met sterk vernieuwende ideeën gunstig gewerkt. Docent n10 ziet van begin af de meerwaarde van de computer. Docent n4, die overwegend traditioneel onderwijs geeft, maakt intensief gebruik van de computer. Een traditionele, didactische aanpak en computergebruik blijken in de genoemde gevallen goed samen te gaan. Herkent de traditionele leraar, die meestal gestructureerd te werk gaat, zich wat betreft stringente en logische structurering in wat de computer in dit op zich te bieden heeft?

De meeste docenten bevinden zich aan de traditionele kant van het continuüm. Hierbij moet worden aangetekend dat het gaat om een plaatsing binnen een theoretisch continuüm, zoals gebruikt binnen het kader van het onderzoek. Traditioneel wil in dit verband niet zeggen traditioneel in vergelijking met de grote groep van natuurkunde-leraren die niet bij het onderzoek zijn betrokken. De plaatsing op het theoretische continuüm betreft een totaalindruk. Het komt voor dat binnen een traditioneel gekleurd denkpatroon bepaalde meer progressieve ideeën aanwijsbaar zijn. Ook het omgekeerde is mogelijk. Een voorbeeld van het laatste is docent n12. Ondanks een aanpak voor een belangrijk deel in overeenstemming met een krachtige leeromgeving, valt op dat de docent de betekenis van een reële context afwijst. Sommige docenten merken op dat een context uit de leefwereld eerder verwarrend dan verhelderend werkt.

5.5.2 Vergelijkingen op detailpunten

Het is mogelijk de opvattingen en ideeën te inventariseren en te vergelijken binnen de gehele groep van geïnterviewde docenten. Een inventarisatie is gebeurd ten aanzien van de volgende detailpunten:

- de beschikbaarheid en kwaliteit van computers
- de kwaliteit van computerprogramma's
- de relatie leerling/computer
- opvattingen betreffende de mogelijkheden van leerlingen
- de basiskennis van de docent ten aanzien van klo's

- de invloed van de workshop (verschillen in opvattingen tussen fase 1 en 2)
- belemmeringen bij het realiseren van klo's.

De inventarisaties (zie Bijlage 4 & 5) zijn systematisch uitgevoerd met behulp van de computer. Een uitzondering hierop vormt de 'invloed van de workshop'. Hierbij is teruggevallen op de samenvattingen bij de casussen (5.5). De inventarisatie voor de eerste vier punten en het laatste punt is in één lijst gecombineerd.

Beschikbaarheid en kwaliteit van computers

In fase 1 wordt gesproken over de beschikbaarheid en kwaliteit van computers. Docent n5 merkt op dat er maar twee computers beschikbaar zijn, de overige computers moeten in de klas gehaald worden of de leerlingen moeten naar een ander lokaal. Docent n7 spreekt over een slecht beheer van het computerlokaal. Er is geen systeembeheerder aanwezig. Hij pleit voor een groter lokaal en betere computers. Docent n8 merkt op dat er snellere computers moeten komen, de in gebruik zijnde computers zijn verouderd. Volgens docent n9 is systeembeheer het werk voor een specialist. Docent n10 zegt dat de apparatuur het soms laat afweten. Het computerlokaal is te vol. Docent n11 zegt dat de computers te dicht op elkaar staan. Ook vindt hij het beheer van het computerlokaal niet goed. Er zijn maar twee taakuren voor de systeembeheerder.

In fase 2 komen op dit punt ook enkele opmerkingen voor. Docent n5 spreekt over computers die het af laten weten en een niet altijd beschikbaar computerlokaal. Docent n9 meldt dat de computers in het computerlokaal niet meer gebruikt kunnen worden, omdat ze gebruikt moeten worden voor het informatica-onderwijs. Docent n11 spreekt in deze fase over een tekort aan lokalen, de aanwezigheid van maar één meetcomputer en startproblemen met nieuwe computers.

Wat betreft beschikbaarheid en kwaliteit van computers bij de onderzochte groep is het volgende op te merken. Drie docenten maken opmerkingen over de kwaliteit van computers (stuk, te langzaam), twee over het slechte beheer, en drie over de beschikbaarheid. Een aantal docenten maken op dit punt geen opmerkingen. Waarschijnlijk hebben ze dit niet nodig geacht.

Computerprogramma's

Wat betreft computerprogramma's spreekt docent n5 over een tekort en computers die niet werkten. Docent n9 merkt op dat IP-Coach niet goed werkt en dat de amanuensis het programma niet beheerst. De docent stelt dat er te weinig computermateriaal is. Docent n11 moest voor de gevraagde lessenserie IP-Coach installeren, hetgeen een paar uur kostte. Deze docent betreurt de kwaliteit van de simulatie, en vindt dat er te weinig materiaal is om alles uit te leggen. Ook hij merkt op dat de amanuensis het programma niet beheerst. In fase 2 zegt docent n3 dat IP-Coach niet goed werkt. Dat wil zeggen dat voor sommige leerlingen het programma te moeilijk was. Ook dat de nieuwe versie van IP-Coach onder Windows niet op de beschikbare computers draaide. De verwerking door de leerlingen met IP-Coach was erg moeilijk. Docent n6 spreekt over de noodzaak zelf programma's te maken. Doordat er maar één interfacekaart aanwezig was, was IP-Coach niet te gebruiken.

Vier docenten spreken over problemen met het gebruik van IP-Coach. Andere stellen dat het maken van nieuw materiaal wenselijk is. Drie zeggen expliciet dat de amanuensis het programma niet goed beheerst. Bij verschillende docenten verloopt het inpassen van het computerprogramma niet zonder problemen.

Relatie leerling computer

Over de relatie leerling-computer wordt het volgende gezegd. Bij het gebruik van de computer hebben leerlingen veel moeite met de lesorganisatie en zelfdiscipline (n3). Bij het werken met tweetallen aan de computer gaat de mogelijkheid voor continue controle verloren (n4). Er zijn grote verschillen in voorkennis bij de leerlingen (n4). Het niveau van de lessen is moeilijk in te schatten (n5). Het gebruik van de computer sluit niet aan bij de voorkennis van de leerling (een andere manier van mechanica-problemen oplossen) (n6). Er zijn te weinig opdrachten door een inschattingfout van de docent (n6). Docent n8 wijst er op dat leerlingen een verschillende affiniteit met computers hebben.

De mogelijkheden van leerlingen

De opvattingen over de mogelijkheden van leerlingen om zelfstandig problemen aan te pakken en op te lossen, verschillen onderling sterk. Docent n2 acht leerlingen uit de onderbouw te jong voor meervoudige representaties van natuurkundige begrippen en verschijnselen. Bovendien acht hij ze te jong voor

het maken van toepassingen in buitenschoolse situaties en het combineren van computers met andere apparaten. Naar de mening van docent n4 vertonen leerlingen zelf weinig initiatief en willen ze graag het boek volgen. Hij wijst op verschil in voorkennis. Volgens docent n9 is een minderheid van de leerlingen zelfstandig en intrinsiek gemotiveerd. Volgens docent n10 begrijpen leerlingen alleen beginselen en is IP-Coach niet geschikt voor havo-leerlingen.

Basiskennis bij docenten

In de interviews is informatie ingewonnen betreffende de basiskennis van docenten betreffende krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen. Met betrekking tot een twaalftal constructivistische termen is gevraagd in hoeverre de term bekend is. Op grond van de gemaakte samenvattingen (svd's) zijn de gegevens geanalyseerd en in het volgende overzicht samengevoegd. Het bekend zijn met een term wordt aangeduid met een +.

Tabel 5.6 Bekendheid met constructivistische termen

termen	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n8	n9	n10	n11	n12
actief	+	?	+	+	+	+	+	+	+	?	+
doelgericht	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
betekenis- en structuurgericht	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
diagnostisch	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
multiple perspectieven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
contextgebonden	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
concrete ervaringen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
gesitueerde kennis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
zelfontdekkend	+	+	?	+	?	+	+	+	+	+	+
motivatie	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
hogere orde vaardigheden	+	+	-	?	+	+	?	?	+	+	+
sociaal	?	+	+	?	+	?	+	?	+	+	+

Over dezelfde begrippen is ook het oordeel van de docenten gevraagd. Een positief oordeel wordt aangegeven met een +.

Tabel 5.7 Bekendheid met constructivistische termen

termen	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n8	n9	n10	n11	n12
actief	+	?	+	+	+	+	+	+	+	?	+
doelgericht	+	-	+	-	+/-	+/-	+	+	+	?	+
betekenis- en structuurgericht	+	+	+	+	+	+	+/-	?	+	+	+
diagnostisch	+	+	+	+	+	+	?	+	?	+	+
multiple perspectieven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
contextgebonden	?	+	+	-	+	+	+/-	+/-	+	+/-	+/-
concrete ervaringen	+	-	+	-	+	+	+	+	+/-	+/-	-
gesitueerde kennis	+	?	+	+	+	+	?	+	?	+	+
zelfontdekkend	-	+	?	+	?	+	+	+	+	?	+
motivatie	?	+	+	+	?	+/-	+	+	?	+	+
hogere orde vaardigheden	+	+	-	?	+	?	?	?	+	?	+
sociaal	?	+	+	?	+/-	?	+	?	+	+	+

Tenslotte is gevraagd of docenten bij het lesgeven rekening houden met het aangeduide, constructivistische idee. Een positief antwoord wordt aangegeven met een +.

Tabel 5.8 Bekendheid met constructivistische termen

termen	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n8	n9	n10	n11	n12
actief	+	?	+	+	-	+/-	+	+	+	?	+
doelgericht	+	-	+	-	?	-	+/-	?	+	?	+
betekenis- en structuurgericht	-	-	+	+	+	+	+	?	?	+	?
diagnostisch	+	-	-	?	+	+	+	+	+	+	+
multiple perspectieven	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
contextgebonden	?	+	+	-	+	+/-	+/-	+	+	+/-	?
concrete ervaringen	+	-	-	-	+	+	+/-	+/-	+	?	+/-
gesitueerde kennis	-	?	-	+	+	+	+	+	-	+/-	+
zelfontdekkend	-	+	?	?	?	-	+	+/-	+	+/-	+
motivatie	?	+	+	?	?	-	?	+/-	?	+	+
hogere orde vaardigheden	?	+	-	?	+	?	?	?	+	+/-	+
sociaal	?	+	+	?	+	?	+	?	+	+	+

Uit het eerste schema blijkt dat verreweg de meeste termen bij de docenten bekend zijn. Het oordeel betreffende de begrippen is over het algemeen positief, al zijn er ten aanzien van concrete ervaringen enkele uitvallers. Docent n1 maakt het minste gebruik van constructivistische ideeën. Ook bij de docenten n3 en n1 komt een aantal uitvallers voor. De overige docenten zeggen overwegend dat ze de ideeën bij het lesgeven toepassen.

De betrokken docenten blijken in het algemeen goed op de hoogte van constructivistische termen en ideeën betreffen klo's. Het oordeel er over is overwegend positief en het gebruik er van valt niet tegen.

Invloed van de workshop

Een interessante vraag in verband met de kennisbasis van docenten betreft de invloed van de workshop. In de casusbeschrijvingen is op deze vraag waar mogelijk ingegaan (zie verschillen tussen fase 1 en 2). Bij een samenvatting van de gegevens ontstaat het volgende beeld.

Verschillen zijn alleen aan de orde bij de docenten n1, n4, n3, n8, n9, n5. Bij de overige docenten was een vergelijking om eerder vermelde redenen niet zinvol. De verschillen gaan zowel in positieve richting, dat wil zeggen klo-kenmerken ondersteunend, als in negatieve richting wanneer een grotere scepsis blijkt. Zo is bij docent n1 positief een groter accent op de motivatie van de leerlingen, meer aandacht voor samenwerking en meer oog voor de computer als meetinstrument. Negatief is echter het beslist afwijzen van de computer als hulpmiddel bij explorerend leren en de grotere nadruk op de beperkingen in de mogelijkheden van de leerlingen. Blijkbaar heeft de workshop de docent meer bewust gemaakt voor wat hij wel wil en wat hij niet wil. Ook is er meer oog voor wat wel en niet mogelijk is.

Bij docent n4 overweegt zelfs de negatieve invloed. Ten aanzien van een aantal ideeën is sprake van een grotere scepsis. Hij is wel bereid het werk van de leerlingen minder stringent te controleren. Docent n3 is na de workshop beslist positiever. Er is meer waardering voor klo-kenmerken. De docent is bereid een rijke context als uitgangspunt te nemen en ziet veel meer mogelijkheden voor de inzet van de computer. Daar staat tegenover een minder welwillende houding ten aanzien van ontdekkend leren.

Een positieve invloed overweegt bij docent n8. Hij heeft meer aandacht voor betekenisvol en structuurgericht leren en de zelfstandigheid van de leerlingen.

Alleen bij deze docent komt het voor dat de leerlingen een onderwerp zelf mogen kiezen. De docent ziet vooral bij havo-4 leerlingen weinig mogelijkheden voor zelfontdekkend leren. Een winstpunt is wel dat in fase 2 gewerkt wordt met modellen, zodat een meer complexe benadering van de problemen mogelijk wordt. Docent n5 spreekt in fase 2 over het starten vanuit een complexe context. Hij wil meer aansluiten bij de kennis van de leerlingen. Ook zijn de inzichten met betrekking tot de computer veranderd.

De invloed van de workshop is beperkt. Bij een interventie van zo'n geringe omvang (slechts één instructiedag) valt ook niet veel meer te verwachten. Bovendien bleek hiervoor dat de docenten tevoren reeds redelijk op de hoogte waren van de vernieuwende ideeën. Wel heeft bij een aantal docenten een zekere bewustwording plaatsgevonden. Ook is duidelijk dat een beïnvloeding van de docenten in richting van klo-kenmerken een complex proces is. In bepaalde opzichten is er een groei in de juiste richting, in andere opzichten kunnen de ontwikkelingen averechts zijn.

Belemmeringen

De docenten spreken over een aantal belemmeringen bij het realiseren van klo's, die in een aantal gevallen hebben geleid tot veranderingen in de voorgenomen activiteiten. Docent n1 zegt geen goed zicht te hebben op de handelingen tijdens de practica. Hij merkt op dat ontdekkend leren ook demotiverend kan werken. Docent n1 wijst op de grote verschillen tussen capaciteiten van leerlingen. Hij wijst op de afwezigheid van differentiatie-materiaal. De computer zou als instrument toegankelijker gemaakt kunnen worden. Naar de mening van de docent laten meisjes zich afschrikken door de computer.

Voor docent n4 vormt in fase 1 tijdgebrek een belemmering. De voorbereiding en het nakijken kosten veel tijd. Het lesmateriaal voldoet naar zijn mening nooit helemaal. Zelfontdekkend leren is moeilijk te controleren. Er kan gemakkelijk een verkeerd beeld van een natuurkundig verschijnsel ontstaan.

Docent n6 stelt dat de methoden uit te veel losse stukken bestaan. In de ogen van docent n7 was het onderwerp in de te geven lessen te moeilijk voor 3 vwo en te moeilijk voor 4 vwo. Evenals docent n4 vindt hij ook dat de voorbereiding te veel tijd heeft gekost. Docent n7 merkt op dat het onderwerp tijdens de les in korter tijd behandeld moest worden dan de leerlingen gewend waren. Ook volgens docent n8 is de lesvoorbereiding te tijdsintensief. Volgens hem zijn de gebruikte modellen te moeilijk voor klas 4. Bij de tijdsplanning moet

rekening gehouden worden met het gegeven, dat de leerlingen de examenstof moeten beheersen.

Docent n9 was in de eerste fase niet veel tijd kwijt aan de lesvoorbereiding. In de tweede fase kostte de lesvoorbereiding meer tijd, omdat er een nieuw onderwerp aan de orde was. Volgens docent n10 zitten er te veel leerlingen in de klas. Volgens docent n11 beheersten de leerlingen de computer onvoldoende.

5.6 Concluderende samenvatting

Deze paragraaf betreft een samenvattende en interpreterende terugblik op de onderzoeksgegevens verkregen met behulp van interviews. De tekst is gestructureerd aan de hand van de onderzoeksvragen, zoals geformuleerd in 5.2.

Realisatie klo's

In de eerste vraag is de mate waarin de onderzochte docenten krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen realiseren aan de orde. Uit het overzicht in 5.6.1 (Schema:5.3) blijkt dat realisatie nog slechts ten dele plaatsvindt. De meeste docenten scoren laag of middelmatig op het theoretische continuüm.

Het gaat in dit geval om een totaalindruk. Een gelijke plaatsing op het continuüm betekent niet dat een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving op eenzelfde wijze wordt gerealiseerd. De verschillende casussen maken duidelijk dat realisatie een complex, per leraar verschillend proces betreft, waaraan diverse aspecten zijn te onderkennen, zoals het zelfstandig werken van de leerlingen; de plaats en de rol van de docent; opvattingen over mogelijkheden van de leerlingen; controle van de leerlingen; samenwerking tussen leerlingen; de plaats en functie van de computer.

Zelfstandig werken vormt een centraal gegeven binnen een krachtige computer ondersteunde leeromgeving. Door de docenten wordt op dit punt zeer verschillend gedacht en gehandeld. Een aantal docenten is van mening dat leerlingen niet tot zelfstandig werken in staat zijn. Een dergelijke overtuiging staat het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen in de weg. Bij de casussen zijn hiervan voorbeelden te vinden (n1, n5, n9, n11).

De mogelijkheden bij zelfstandig werken variëren van een gestructureerde voorgeschreven opdracht laten uitvoeren (n3) tot zelfstandig een leerweg laten

zoeken bij zelf gekozen opdrachten en inhouden (n12). Leerlingen zelfstandig laten werken impliceert niet zonder meer het realiseren van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving. Van minstens even grote betekenis is de vraag op welke wijze leerlingen zelfstandig werken. Zelfstandig werken waarbij het initiatief overwegend ligt bij de leerling, komt, zeker als het gaat om de inhoudelijke inbreng in de les, nog weinig voor.

De activiteiten van de leraar en die van de leerlingen zijn aan elkaar complementair. Bij een meer centrale en sturende rol van de leraar is de kans dat de leerling zich louter volgend opstelt groter. Dit verschijnsel is herkenbaar in enkele casussen (n3, n5, n11). Andere docenten, zoals n7 en n12, stellen zich expliciet begeleidend op. Een verband met het lesgeven aan een Montessori-school waar deze docentenrol al jaren bestaat, ligt bij docent n7 voor de hand. Bij docent n1 is sprake van een mixture van zowel begeleiding (bij de klasgesprekken) als sturing. Duidelijk is dat het realiseren van een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving voor een belangrijk deel afhankelijk is van de rol die de docent zichzelf toekent.

Een belangrijk punt bij de realisatie is voorts de mate waarin de docent de activiteiten van de leerling wil volgen en controleren. Bij de onderzochte docenten leven hieromtrent tegengestelde opvattingen (vergelijk bijvoorbeeld docent n4 en docent n12). Om een klo in volle omvang te realiseren is het geven van vertrouwen en vrijheid aan de leerlingen een strikte voorwaarde. Bij een aantal docenten stopt de realisatie juist op dit punt.

Sommige docenten willen bewust geen vrijheid aan de leerlingen geven, omdat ze van mening zijn dat de leerlingen een te grote mate van vrijheid niet aan kunnen (n4, n5). Bij het realiseren van klo's is een zeker vertrouwen in het kunnen en willen van de leerling een onmisbare voorwaarde. Een aantal van de twaalf docenten vertrekt in dit opzicht vanuit een kindbeeld dat onvoldoende aansluit bij de huidige leerling die opgroeit in een open wereld, waarin informatie steeds ruimer en beter toegankelijk wordt.

In een krachtige leeromgeving moeten leerlingen niet overwegend alleen werken. Samenwerking biedt de mogelijkheid tot wederzijdse ondersteuning binnen een zoekproces waartoe de leeromgeving uitnodigt. Het uitwisselen van informatie en het beoordelen van elkaars voorstellen en uitkomsten is daarbij onmisbaar. Samenwerking komt bij de twaalf docenten weinig voor. Een uitzondering vormt casus n1, waar geregeld sprake is van klasgesprekken. Bij sommige docenten werken de leerlingen in tweetallen. Van het syste-

matisch benutten van groepswork als constituerend onderdeel van het onderwijsleerproces is nog nauwelijks sprake.

In een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving moet het leerproces levensecht zijn. Daarom wordt gepleit voor een realistische context als uitgangspunt en als terrein voor het maken van toepassingen. De houding van de docenten ten aanzien van realistische contexten is niet gelijk. Sommige nemen de leefwereld als uitgangspunt (n1), andere waarschuwen echter voor de misverstanden die kunnen ontstaan bij het koppelen van vakmatige inzichten aan buitenschoolse ervaringen (n10 en n12). Docent n5 wil ervaringen uit de leefwereld wel benutten, echter alleen in strikte relatie met de methode. In dit geval vormt natuurkunde als vak het uitgangspunt, hetgeen de exploratie door de leerlingen in aanzienlijke mate inperkt.

Het inrichten van krachtige, leeromgevingen kan in deze tijd niet meer goed zonder de inzet van de computer. Het inpassen van de computer in het onderwijsleerproces verloopt om een aantal redenen moeizaam. Dat is ook bij een aantal casussen het geval, ondanks het gegeven dat alle betrokken docenten een boven gemiddelde computerervaring hebben. In sommige gevallen vormen de toegankelijkheid en kwaliteit van de computers een probleem. Er zijn ook problemen met de software (zie 5.6). Een veel gehoorde opmerking betreft het gebrek aan ondersteuning door competent personeel. Hoe storend op zich ook, de genoemde zaken vormen niet de grootste obstakels. Het zijn bovendien problemen die in de toekomst bij een adequaat beleid zijn te overwinnen.

De grootste problemen met de inpassing liggen op het didactische vlak. Diverse docenten zijn bepaald niet overtuigd van de didactische mogelijkheden van de computer. Er lijkt vooral een spanning te bestaan tussen computergebruik en exploratie van nieuwe kennis (bijvoorbeeld casus n1 en n7). Het gebruik van de computer als meetinstrument en als hulpmiddel om inzichten te demonstreren ondervindt minder weerstand, al maakt een aantal docenten een voorbehoud voor wat leerlingen in dit opzicht aan kunnen. Een verdieping van de inzichten omtrent didactische mogelijkheden van de computer bij docenten is gewenst. Een analyse van de casussen toont aan, dat in de toekomst hieraan hoge prioriteit gegeven moet worden.

De vraag in hoeverre docenten krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen realiseren is niet eenvoudig te beantwoorden. Een genuanceerd antwoord rekening houdend met diverse aspecten doet alleen recht aan de situa-

tie.

Planning van klo's

De tweede vraag betreft het plannen van klo's door leraren. De docenten n4 en n7 merken expliciet op dat de lesvoorbereiding tijdens het onderzoek te veel tijd kostte. De vraag is wat hiervan de oorzaken kunnen zijn.

Een eerste oorzaak ligt op grond van het voorgaande voor de hand. Het realiseren van krachtige computer ondersteunde leeromgevingen is een complexe zaak. Diverse vormgevingsaspecten vragen de aandacht, zoals de rol van de docent, het maken van zo mogelijk open opdrachten voor de leerlingen en een bezinning op de inzet van de computer. Het zijn stuk voor stuk zaken die relatief nieuw zijn en van de docent bij de voorbereiding om de nodige creativiteit vragen. Vooral ten aanzien van de computer is het verkennen van nieuwe wegen aan de hand van beschikbare software wenselijk.

Een tweede oorzaak betreft het klasmanagement. Het gaat bij de voorbereiding niet alleen om de didactische vormgeving waarop de besproken aspecten betrekking hebben. De managementtaken zijn eveneens veel omvattend en wel vooral om drie redenen: het gebruik van computers moet voorbereid worden (en de beschikbaarheid laat soms te wensen over); het groeperen van de leerlingen is variabel (zeker bij zelfontdekkend leren); de opdrachten moeten zodanig uitgewerkt zijn dat een zelfstandig uitvoeren door de leerlingen mogelijk is.

Evenals het realiseren van klo's is ook het plannen ervan een persoonlijke zaak. Uit de casussen blijkt dat docenten hun eigen accenten kiezen. Algemene richtlijnen voor een adequaat lesontwerp zijn alleen in algemene zin op te stellen. De theoretische kenmerken van klo's vormen een algemene richtlijn die, afhankelijk van de ervaring van de docent en de omstandigheden op de school steeds om een eigen creatieve invulling vragen

Conditie voor het realiseren van klo's

De vraag hoe de docenten de condities inschatten voor het realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen (onderzoeksvraag 3), is in algemene zin moeilijk te beantwoorden. Uit de casussen blijkt dat de docenten een eigen kijk hebben op de vraag wat de inhoud en vormgeving van een klo behoort te zijn. De inschatting van condities is hieraan gerelateerd.

Nochtans zijn op een aantal plaatsen in het verzamelde materiaal meningen en

opvattingen aan te geven, die door een aantal docenten wordt gedeeld. Zo spreken diverse docenten over de gebrekkige ondersteuning. Het ondersteunend personeel is onvoldoende voorbereid. Her- en bijscholing is op zijn plaats. Er wordt ook gewezen op de noodzaak om over meer en betere computers te kunnen beschikken, die gemakkelijk toegankelijk zijn. De kwaliteit van de software laat nog te wensen over. Een enkele docent wijst op de noodzaak om samen te werken met andere docenten. Overleg tussen verschillende secties komt nog weinig voor.

Het bovenstaande betreft voorwaarden in de materiële en personele sfeer. Een aantal docenten spreekt ook over didactische voorwaarden. Zo wordt examen-druk als belemmerende factor genoemd. Het lesgeven binnen klo's wijkt af van wat gangbaar is.

Het is niet steeds eenvoudig om zich hieraan te conformeren. Vooral tegen de meer actieve rol van de leerlingen wordt onwennig aangekeken.

Basiskennis

In de vierde onderzoeksvraag is de basiskennis van docenten aan de orde. Uit de inventarisatie in paragraaf 5.6 blijkt dat de meeste begrippen uit de constructivistische leerpsychologie bij de docenten bekend zijn. In hun opvatting worden de begrippen bij het lesgeven in redelijke mate toegepast. Uit de analyse van de casussen blijkt dat het toepassen niet in alle opzichten geslaagd genoemd mag worden. De indruk ontstaat dat er sprake is van een optimistische inschatting van de kant van de docenten.

Deze indruk wordt ondersteund door de gegevens betreffende de invloed van de workshop. Na een confrontatie tijdens de workshop met constructivistische ideeën en opvattingen, blijken enkele docenten hun opvattingen op sommige punten in negatieve zin te herzien. Het lijkt er op dat pas na een bewustwordingsproces de voorgestelde veranderingen in al hun consequenties worden overzien. Tot dan toe is er nog slechts sprake geweest van een kennis nemen, zonder dat de implicaties voor het handelen in de klas in voldoende mate zijn overwogen.

Beperkingen

De vijfde en laatste onderzoeksvraag in 5.2 gaat over grenzen waartegen leraren oplopen bij het plannen en realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen. Een beantwoording van deze vraag vloeit voort uit

wat hiervoor ten aanzien van de andere onderzoeksvragen is gesteld. Het is in zekere zin een samenvatting naar enkele hoofdpunten.

De grenzen liggen op drie plaatsen: in de docent, in de leerlingen en in de context. Opvattingen van de docent, zoals het gebrek aan vertrouwen in de zelfstandige mogelijkheden van de leerlingen, te grote nadruk op controle en het eenzijdig benadrukken van de nadelen van het gebruik van rijke contexten, kunnen het realiseren van klo's vrijwel onmogelijk maken. Dergelijke opvattingen wortelen in de ervaring van de docent en zijn moeilijk te beïnvloeden. De traditionele docentenrol die overwegend bestaat uit het overdragen van kennis schiet bij klo's tekort. Docenten moeten bereid zijn hun gedragspatroon te verbreden en aan te passen. Een dergelijke aanpassing vormt voor docenten, zeker als ze jarenlang anders gewend zijn, een moeilijke opgave. Docenten zijn als deskundigen gewend te denken vanuit het vak natuurkunde. In klo's wordt het eenzijdig vakmatige denken voor een deel opengebroken door het scheppen van ruimte voor de inbreng van de leerlingen. Het gevaar voor misverstanden ligt op de loer. Het relateren van vakmatige inzichten aan ervaringen uit de leefwereld vormt voor menig docent een moeilijk te nemen barrière. Tenslotte moeten docenten geloven in de didactische mogelijkheden van computers, niet alleen als hulpmiddelen bij het verrichten van metingen maar ook als bron voor informatie en een mogelijkheid tot exploratie. Voor menig docent is ten aanzien hiervan een gewenningsproces nodig.

Grenzen zijn ook te vinden binnen de leerlingen. Het probleem is niet zozeer dat leerlingen niet tot een zelfstandige inbreng in staat zijn. Veelal is voor de leerlingen onvoldoende duidelijk wat van hen verwacht wordt. Ze zijn een actieve rol niet gewend. De angst om fouten te maken is tijdens hun schoolloopbaan gegroeid. Ze vragen om een sterk gestructureerde wijze van lesgeven, zodat ze al volgend zeker zijn van het bereiken van hun doel. Het in duidelijke bewoordingen presenteren van informatie komt tot nu toe op scholen nauwelijks voor. Hetzelfde geldt voor het in onderling overleg wegen van informatie. Kortom, de leerlingen zijn op hun rol die binnen klo's van hen wordt verwacht, onvoldoende voorbereid.

Een derde vindplaats van grenzen vormt de context. Er is reeds gesproken over de kwaliteit en toegankelijkheid van computers en software. De mogelijkheden voor het realiseren van klo's worden echter niet alleen begrensd door wat voorhanden is in de materiële sfeer. Minstens zo belangrijk is de didactische traditie binnen de school. Klo's realiseren alleen binnen het vak natuur-

kunde, zonder dat docenten van andere vakken daarop inspelen en de sfeer op school daarmee in overeenstemming is, vormt een nagenoeg onmogelijke opgave.

Hoofdstuk 6

Observaties van docent- en leerlingactiviteiten

6.1 Inleiding en vraagstelling

In hoofdstuk 5 is op basis van de interviewgegevens de vraag beantwoord in welke mate docenten erin geslaagd zijn een krachtige computerondersteunde leeromgeving (klo) te realiseren. Het realiseren van een klo gaat o.a. samen met veranderingen in de inhoud en de didactiek van het onderwijs (i.c. natuurkunde). Inhoudelijke veranderingen worden zichtbaar doordat het natuurkundeonderwijs zich meer richt op begripsontwikkeling en inzicht in processen die deels realistisch en deels door middel van simulaties worden gepresenteerd. Didactische veranderingen manifesteren zich door een gewijzigde verdeling van de verschillende didactische functies over de 'agenten' (docent, leerboek/methode, computer-leeromgeving, medeleerling) in het onderwijs. Hoe meer deze inhoudelijke en didactische veranderingen in het onderwijs aanwijsbaar zijn, hoe meer gesproken wordt van een klo. Deze veranderingen golden in hoofdstuk 5 dan ook als belangrijke indicatoren bij het beoordelen van het klo-gehalte in de gerealiseerde lessenseries in fase 1 en fase 2.

In dit hoofdstuk komt wederom de vraag aan de orde in welke mate docenten erin geslaagd zijn in hun lessen een klo te realiseren. Conclusies hieromtrent worden gebaseerd op observaties van een select aantal natuurkundelessen die ten behoeve van het onderzoek zijn uitgevoerd. De geobserveerde lessen zijn eveneens op video-band vastgelegd. Daarbij is uitsluitend het lesgedrag van de docent in beeld gebracht. De video's zijn gemaakt om informatie over het lesverloop achter de hand te hebben, in geval de observatiegegevens tijdens de les op kritieke punten ontoereikend zouden zijn voor het volledig beantwoorden van de onderzoeksvragen. Dit laatste bleek niet het geval; de videoregistraties zijn dan ook niet nodig geweest in de verdere analyses.

De observaties zijn verricht vanuit een tweetal specifieke vragen:

1. Waaraan besteden docenten hun onderwijstijd, uitgedrukt in onderscheiden instructie- en managementactiviteiten?
2. Waaraan besteden leerlingen hun leertijd, uitgedrukt in onderscheiden leeractiviteiten?

Een klo impliceert dat de docent relatief veel onderwijstijd besteedt aan o.a. begeleidende activiteiten, gericht op individuele leerlingen of groepjes van leerlingen, terwijl leerlingen hun leeractiviteiten - al dan niet groepsgewijs - besteden aan het zelfstandig uitvoeren van taken met gebruikmaking van verschillende informatiebronnen, w.o. de computer. We gaan na in hoeverre bij de geobserveerde lessen sprake is van deze didactische kenmerken. Voor de lessen in de tweede fase is nadrukkelijk aan docenten gevraagd krachtige leeromgevingen te realiseren. De verwachting is dan ook dat de geobserveerde lessen in de tweede fase meer didactische kenmerken van een klo zullen vertonen dan de lessen in de eerste fase.

6.2 Onderzoeksopzet

6.2.1 *Observatie instrument*

De observaties zijn verricht met behulp van een aangepaste versie van het observatie instrument COMMIT-II (Roelofs, 1994). De observatie-categorieën hebben betrekking op onderscheiden docent- (instructie- en management) en leerlingactiviteiten. In Tabel 6.1 staat een volledig overzicht van de observatiecategorieën.

Tabel 6.1 Observatiecategorieën

1	de leraar	1.1	activiteiten	1.1.1	instructie	1.1.1.1	voorbereiding	
						1.1.1.2	presentatie	
						1.1.1.3	realiseren taakruimte	
						1.1.1.4	feedback	
						1.1.1.5	evaluatie	
				1.1.2	management	1.1.1.6	voorbereidingen	
						1.1.1.7	organisatie	
						1.1.1.8	overige	
				1.2	contactgroep		1.2.1	hele klas
			1.2.2			subgroep		
			1.2.3			individueel		
			1.2.4			geen		
		2	de leerling	2.1	activiteiten	2.1.1	taakgericht	2.1.1.1
2.1.1.2	zelfstandig werken							
2.1.1.3	gecontroleerd worden							
2.1.2	procedureel					2.1.2.1	organisatie	
						2.1.3.1	wachten	
						2.1.3	niet taakgericht	
2.2	contactbron				2.2.1	leraar		
					2.2.2	medeleerlingen		
					2.2.3	leerboek		
					2.2.4	lesmaterialen		
			2.2.5	computer				
			2.2.6	geen				

De observatie richt zich afwisselend op de docent en 4 leerlingen. Per minuut zijn 6 observatiemomenten in tijdsintervallen van elk 10 seconden ('time-sampling'). Object van observatie is achtereenvolgens het gedrag van de docent (1), leerling 1 (2), leerling 2 (3), de docent (4), leerling 3 (5) en leerling 4 (6). Voor zowel de docent als de leerlingen wordt het voor dat moment dominante gedrag geregistreerd in termen van bovengenoemde categorieën ('predominant activity sampling'). Daarnaast wordt op elk observatiemoment vastgelegd op wie of wat een docent- of leerlingactiviteit is gericht ('contactpersonen, -bronnen'). Docentactiviteiten kunnen gericht zijn op: de hele klas, een subgroep of een individuele leerling; leerlingactiviteiten kunnen gericht zijn op: de docent, een medeleerling, een boek, ander lesmateriaal of de computer. Bij een niet nader te definiëren contactbron of als docentactiviteiten gericht zijn op de amanuensis/systeembeheerder, voorziet het observatieinstrument in een restcategorie ('geen').

De observaties zijn verricht met behulp van een 'laptop'. Daartoe is een computerprogramma ontwikkeld (in PASCAL). Het programma is zodanig opgezet dat de observator optimale ondersteuning geeft bij het betrouwbaar scoren van de gedragswaarnemingen in de diverse categorieën (w.o. geluidssignaal na elke 10 seconden). In verschillende try outs bleek het programma goed te voldoen. De hanteerbaarheid is sterk afhankelijk van het gekozen tijdsinterval waarbinnen een activiteit moet worden waargenomen en geregistreerd. Er is gezocht naar het kortst mogelijke tijdsinterval. De uitkomst was 10 seconden. Experimenten met kortere tijdsintervallen (6 seconden) leverden onbevredigende resultaten op (relatief veel 'missings').

Zoals eerder opgemerkt is het gedrag, met inbegrip van de contactbron, van de docent 2 maal per minuut geregistreerd en dat van de leerlingen tezamen 4 maal per minuut. Bij een lestijd van 40 minuten betekent dit 80 gedragsregistraties van de docent en 160 gedragsregistraties van leerlingen. Sommeringen van de registraties per categorie worden opgevat als aanvaardbare schattingen van de bestede lestijd. Als uit de registraties blijkt dat de docent op 20 van de 80 observatiemomenten nieuwe leerstof presenteert, dan heeft hij m.a.w. 25% van de lestijd besteed aan leerstofpresentatie.

6.2.2 Onderzoeksgroep en geobserveerde lessen

Er zijn in totaal 35 lessen geobserveerd, verdeeld over 12 docenten. De opzet was om 4 lessen per docent te observeren: 2 lessen in de eerste fase (1 theorieles en 1 computerles voor de training/studiedag) en 2 lessen in de tweede fase (1 theorieles en 1 computerles na de training /studiedag). Bij 4 van de 12 docenten is deze opzet gerealiseerd. In de andere gevallen is om logistieke redenen vanwege veranderingen in de docentengroep tussen fase 1 en fase 2 het streefaantal van 4 lessen per docent niet gehaald. In Tabel 6.2 staat een overzicht van het aantal geobserveerde lessen per docent.

Tabel 6.2 Het aantal geobserveerde lessen per docent

docent	fase 1		fase 2		totaal ^a
	theorieles	computerles	theorieles	computerles	
n1	-	-	1	1	2
n2	1	1	1	1	4
n3	1	1	1	2	5
n4	1	1	1	1	4
n5	1	1	1	1	4
n6	-	-	1	1	2
n7	1	1	-	-	2
n8	1	1	1	-	3
n9	-	-	1	1	2
n10	1	1	1	-	3
n11	1	1	-	-	2
n12	-	-	1	1	2
totaal	8	8	10	9	35

Per les zijn 4 leerlingen geobserveerd. De selectie hiervan gebeurde in overleg met de docent. Gestreefd is naar een redelijke afspiegeling van het klasseniveau. Het viertal te observeren leerlingen is daarom zo mogelijk steeds samengesteld uit 2 leerlingen die enigszins boven het gemiddelde presteren en 2 leerlingen die enigszins onder het gemiddelde presteren. In de selectie zijn bovendien zowel jongens als meisjes betrokken. Uitzonderlijk goede en zwakke leerlingen zijn niet geselecteerd.

6.2.3 Analyseprocedure

De docent i.c. de instructie- en managementactiviteiten (n=12) als eenheid van analyse in de observaties, staat op het eerste plan. Deze activiteiten krijgen in overeenstemming met de onderzoeksvraagstellingen de meeste aandacht. De docent is wat betreft de observaties ook de enige constante, zowel in de lessen van de 1e fase als die van de 2e fase. Dit laatste geldt niet voor de leerlingen. Bij de observaties zijn per fase, en vaak ook per les, andere leerlingen betrokken. Observatiegegevens van deze leerlingen worden uitsluitend aangewend

om het inzicht in het docentgedrag te vergroten. Of anders gezegd: uit de waargenomen leerlingactiviteiten wordt afgeleid in hoeverre de docent er in slaagt een klo te realiseren. De steekproef van leerlingen (per les $n=4$) staat hiertoe model voor de klas als geheel.

Registraties van docent- en leerlingactiviteiten, uitgesplitst naar contactbron, zijn verwerkt door middel van rechte frequentietellingen en weergegeven in absolute en relatieve frequenties /percentages. De gegevens zijn per fase over lessen gesommeerd. Ook op leerlingniveau zijn de observatiegegevens geaggregeerd. Op basis van deze uitkomsten worden per docent vergelijkingen gemaakt tussen lessen in de eerste fase en lessen in de tweede fase. Aangezien de lesduur sterk kan variëren, hebben in de vergelijkingen vanzelfsprekend alleen de vastgestelde percentages van geregistreerde docent- en leerlingactiviteiten betekenis. De vergelijking is kwalitatief-beschrijvend van aard. Voor statistische toetsing van eventuele verschillen tussen beide fasen voldoet de dataset niet aan de daartoe gestelde eisen.

Het verslag van de observatie uitkomsten wordt per docent afgesloten met een (voorzichtige) conclusie over het klo-gehalte van de betreffende lessen in fase 1 en 2. In de slotparagraaf maken we een vergelijking tussen docenten naar analogie van de vergelijking die gemaakt is tussen dezelfde docenten op basis van de interviewgegevens (zie hoofdstuk 5, paragraaf 5.6). Bij wijze van validering wordt vastgesteld in hoeverre de uitkomsten van beide vergelijkingen op basis van verschillende bronnen leiden tot overeenkomstige conclusies.

6.3 Resultaten

Voordat we ingaan op de resultaten van de observaties per docent, wijzen we op het feit dat bij alle observaties een deel van de waarnemingen niet in de onderscheiden categorieën is ondergebracht en als 'missing' moet worden beschouwd. In sommige observaties is het aantal 'missings' relatief groot. Het kwam voor dat de docent tijdens de les de klas uitliep en pas na enige tijd terugkeerde. Er waren ook lessen waarbij leerlingen op verschillende locaties activiteiten moesten uitvoeren. Een aanzienlijk deel van de missings is hieraan toe schrijven. Daarnaast is een aantal missings ook het gevolg van de apparatuur die het even liet afweten of van onoverzichtelijke situaties die het scoren van activiteiten sterk bemoeilijkten.

Zeker in die gevallen waarin sprake is van relatief veel missings, is uiteraard de kans op een vertekend beeld bijzonder groot en moeten conclusies die we verbinden aan de percentages van docent- en leerlingactiviteiten met de nodige restricties worden gelezen. In onderstaand verslag zijn deze percentages (met aantallen) per docent opgenomen in steeds 2 tabellen. In de eerste tabel staan de gegevens van de docentactiviteiten, in de tweede tabel de gegevens van de leerlingactiviteiten. Beide tabellen vormen een matrix waarbij de gegevens over de onderscheiden activiteiten zijn ondergebracht in de rijen en die van de mogelijke contactpersonen /-bronnen in de kolommen.

Elke subparagraaf behandelt de observatie uitkomsten bij 1 docent (casus). De volgorde waarin de docenten (n=12) in hoofdstuk 5 ter sprake kwamen, blijft gehandhaafd:

- n2, n4, n7 (onderbouw)
- n3 (bovenbouw havo)
- n8, n9, n10 (combinatie havo/vwo)
- n1, n5, n6, n11, n12 (bovenbouw vwo)

6.3.1 Observatiegegevens docenten

6.3.1.1 Docent n2 (onderbouw)

Docentactiviteiten

Tabel 6.3a toont de gegevens van de docentactiviteiten in fase 1 en fase 2. Opvallend bij deze docent (n2) is het relatief hoge percentage management activiteiten in beide fasen, resp 22 en 23%. Van de instructieactiviteiten in de eerste fase, in totaal 65%, wordt een aanzienlijk deel besteed aan het geven van feedback en het realiseren van de taakruimte (samen 38%). Leerstofpresentatie neemt slechts 16% voor haar rekening.

Fase 2 toont dezelfde tendens, maar hier kunnen de percentages geflatteerd zijn door het hoge aantal missings (40%). In beide fasen zijn subgroepen, zowel bij de managementactiviteiten (20%/8%) als bij de instructieactiviteiten (37% /18%), in relatief veel gevallen het aanspreekpunt. In de tweede fase lijkt het aanspreken van de klas als geheel (15%) en individuele leerlingen (16%) wat vaker voor te komen dan in de eerste fase, maar nogmaals, de vergelijking wordt bemoeilijkt door het grote aantal missings in fase 2.

Tabel 6.3.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n2)

fase 1	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	3	4%									3	4%
instruc.voorber.			6	7%	6	7%	1	1%			13	16%
presentatie	1	1%	6	7%	10	12%			1	1%	18	22%
taakruimte					20	24%	2	2%			22	27%
feedback			1	1%	1	1%					2	2%
evaluatie									1	1%	1	1%
organisatie			2	2%	10	12%	1	1%	5	6%	18	22%
overige					1	1%			4	5%	5	6%
Totaal	4	5%	15	18%	48	59%	4	5%	11	13%	82	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	25	33%									25	33%
instruc.voorber.			2	3%							2	3%
presentatie			4	5%	1	1%	1	1%			6	8%
taakruimte			2	3%	3	4%	3	4%			8	11%
feedback					10	13%	3	4%			13	17%
evaluatie	1	1%									1	1%
organisatie	3	4%	3	4%	5	7%	4	5%	2	3%	17	23%
overige	1	1%					1	1%	1	1%	3	4%
Totaal	30	40%	11	15%	19	25%	12	16%	3	4%	75	100%

Leerlingactiviteiten

De leerlinggegevens voor fase 1 en fase 2 staan in Tabel 6.3b. In beide fasen domineert zelfstandig werken (59% /34%). De medeleerlingen vormen daarbij de belangrijkste contactbron (24%/24%). Instructievolgen met de leraar als belangrijkste contactbron komt aanzienlijk vaker voor in fase 1 (21% /20%) dan in fase 2 (13%/13%).

Tabel 6.3.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n2)

fase 1	bron leerling gedrag												Totaal	
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen			
ll activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
mist	3	2%											3	2%
insvolgen			31	20%	1	1%			1	1%			33	21%
zelfstwerk	3	2%	8	5%	25	16%	16	10%	11	7%	30	19%	93	59%
gecontrwerk			1	1%									1	1%
organisatie	3	2%	2	1%	5	3%					2	1%	12	8%
wachten	1	1%	2	1%	1	1%					5	3%	9	6%
niettaakger					6	4%					1	1%	7	4%
Totaal	10	6%	44	28%	38	24%	16	10%	12	8%	38	24%	158	100%

fase 2	bron leerling gedrag												Totaal	
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen			
ll activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	43	30%											43	30%
insvolgen			19	13%									19	13%
zelfstwerk	2	1%			28	19%	15	10%	4	3%	1	1%	50	34%
gecontrwerk			2	1%									2	1%
organisatie	5	3%			2	1%					11	8%	18	12%
wachten			2	1%	1	1%					4	3%	7	5%
niettaakger	1	1%			4	3%					1	1%	6	4%
Totaal	51	35%	23	16%	35	24%	15	10%	4	3%	17	12%	145	100%

Fase 1 versus fase 2

Een vergelijking tussen fase 1 en fase 2 levert - met de nodige slagen om de arm - bij docent n2 geen frappante verschillen op. In beide fasen zijn er aanwijsbare klo-kenmerken, w.o. een betrekkelijk hoge mate van zelfstandig werken in interactie met medeleerlingen.

6.3.1.2 Docent n4

Docentactiviteiten

Tabel 6.4a laat voor docent n4 aanzienlijke verschillen zien tussen diens activiteiten in fase 1 en die in fase 2. Instructieactiviteiten in fase 1 worden gedomineerd door het presenteren van leerstof (32%) en het geven van feedback (27%). De leerstofpresentatie is voornamelijk gericht op de klas (27%), terwijl subgroepen overwegend worden aangesproken bij het geven van feedback (17%). Individuele leerlingen zijn in fase 1 nauwelijks aanspreekpunt (8%). In fase 2 bestaat de instructie in hoofdzaak uit het definiëren van de taakruimte (23%) en wederom het geven van feedback/begeleiding (25%). Leerstofpresentatie komt in deze fase nauwelijks voor (7%). Opmerkelijk is voorts dat de docent zich bij de instructie richt op de klas (taakruimte) of op individuele leerlingen (feedback); subgroepen vormen een marginale contactbron (1%). Veel lestijd besteden aan leerstofpresentatie (fase 1) impliceert uiteraard dat leerlingen veel tijd moeten besteden aan het volgen van instructie. Als het realiseren van de taakruimte en het geven van feedback veel lestijd vergt (fase 2), moeten leerlingen meer toekomen aan zelfstandig werken

Tabel 6.4a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n4)

fase 1	bron docentgedrag										Totaal	
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen			
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	2	2%									2	2%
instruc.voorber.			4	5%	2	2%			2	2%	8	9%
presentatie			24	27%	4	5%					28	32%
taakruimte			2	2%	1	1%	2	2%			5	6%
feedback	3	3%	1	1%	15	17%	5	6%			24	27%
evaluatie	1	1%	2	2%	2	2%					5	6%
management vb	2	2%	1	1%	1	1%			1	1%	5	6%
organisatie	1	1%			3	3%					4	5%
overige	1	1%			2	2%			4	5%	7	8%
Totaal	10	11%	34	39%	30	34%	7	8%	7	8%	88	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	11	10%									11	10%
instruc.vorb.			1	1%							1	1%
presentatie			7	7%							7	7%
taakruimte			24	23%							24	23%
feedback	2	2%					24	23%			26	25%
evaluatie	1	1%	1	1%							2	2%
management vb			1	1%							1	1%
organisatie			8	8%	1	1%	8	8%	4	4%	21	20%
overige									13	12%	13	12%
Totaal	14	13%	42	40%	1	1%	32	30%	17	16%	106	100%

Leerlingactiviteiten

Tabel 6.4b bevestigt dit. Leerlingactiviteiten in fase 1 bestaan voor 44% uit instructie volgen, met name de instructies van de docent (40%); zelfstandig werken blijft in deze fase steken op 28%. In fase 2 scoort zelfstandig werken het hoogst: 39%. In beide fasen is de docent de belangrijkste contactbron - (44% /27%).

Tabel 6.4.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n4)

fase 1	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
ll activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	1	1%											1	1%
insvolgen	1	1%	70	40%					3	2%	1	1%	75	43%
zelfstwerk			1	1%	8	5%	21	12%	19	11%			49	28%
gecontrwerk			1	1%									1	1%
organisatie			2	1%	1	1%					1	1%	4	2%
wachten	1	1%	2	1%	9	5%			1	1%	12	7%	25	14%
niettaakger					14	8%	1	1%			3	2%	18	10%
Totaal	3	2%	76	44%	32	18%	22	13%	23	13%	17	10%	173	100%

fase 2	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
ll activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	23	11%											23	11%
insvolgen	4	2%	53	26%			1	0%	7	3%			65	32%
zelfstwerk	5	2%	1	0%	6	3%	27	13%	42	20%			81	39%
gecontrwerk			1	0%									1	0%
organisatie	3	1%	1	0%			3	1%			2	1%	9	4%
wachten	1	0%			3	1%	2	1%	4	2%	2	1%	12	6%
niettaakger					4	2%			1	0%	10	5%	15	7%
Totaal	36	17%	56	27%	13	6%	33	16%	54	26%	14	7%	206	100%

Daarnaast brengen de leerlingen vooral in fase 2 veel tijd door achter de computer (26%); in fase 1 is dit 13% van de lestijd.

Fase 1 versus fase 2

Concluderend kan worden gesteld dat bij docent n4 de lessen in fase 2, ondanks de geringe leerling-leerling interacties (6%), wat meer het ideaal van een klo benaderen dan de lessen in fase 1.

6.3.1.3 Docent n7

Docentactiviteiten

Tabel 6.5a presenteert voor fase 1 de gegevens docent n7 uitgevoerd. De lessen in fase 2 zijn verzorgd door een collega (n6) van dezelfde school (zie par 6.3.1.10; docent n6). Bij docent n7 bestaat de lesbesteding in fase 2 voornamelijk uit het geven van feedback (38%) en organisatorische activiteiten (20%). Het presenteren van lesstof neemt een bescheiden plaats in met 11%. Voor docent n7 is de subgroep de belangrijkste contactbron (55%).

Tabel 6.5.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n7)

fase 1	bron docentgedrag									
	missing		hele klas		subgroep		individu		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	1	1%							1	1%
instruc.voorber.			1	1%					1	1%
presentatie			4	5%	5	6%			9	11%
taakruimte	1	1%	2	3%	2	3%	2	3%	7	9%
feedback					22	28%	8	10%	30	38%
management vb			2	3%			3	4%	5	6%
organisatie	2	3%	3	4%	7	9%	4	5%	16	20%
overige			1	1%	8	10%	2	3%	11	14%
Totaal	4	5%	13	16%	44	55%	19	24%	80	100%

Leerlingactiviteiten

Bij docent n7 werken leerlingen voor meer dan de helft van de lestijd zelfstandig (55%). Instructie volgen door de leerlingen blijft beperkt tot 13%. Contactbronnen bij zelfstandig werken vormen het lesmateriaal (26%), de computer (16%) en de medeleerlingen (12%); bij instructie volgen is zoals in de meeste gevallen, de docent in het geding.

Tabel 6.5.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n7)

fase 1	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
ll activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	2	1%	1	1%					1	1%			4	3%
insvolgen			19	12%					1	1%			20	13%
zelfstwerk	1	1%			19	12%	40	26%	25	16%			85	55%
wachten					6	4%	2	1%			6	4%	14	9%
niettaakger	4	3%	3	2%	16	10%			1	1%	7	5%	31	20%
Totaal	7	5%	23	15%	41	27%	42	27%	28	18%	13	8%	154	100%

Zeker in vergelijking met collega's lijkt docent n7 op eigen initiatief en zonder verzoek vooraf (fase 1) belangrijke elementen van een klo in zijn lessen te hebben opgenomen. Aangezien de docent lesgeeft op een

Montessori-school, waar veel waarde wordt toegekend aan begeleid zelfstandig werken in samenwerking met medeleerlingen, is deze uitkomst allerminst onverwacht. Opvallend is wel dat het niet-taakgerichte gedrag van de leerlingen maar liefst 20% van de lesstijd in beslag neemt. Mogelijk verliep de betrekkelijk veel tijd vergende organisatie niet geheel vlekkeloos.

6.3.1.4 Docent n3 (bovenbouw havo)

Docentactiviteiten

In Tabel 6.6a staan de observatiegegevens over de activiteiten van docent n3 in fase 1 en fase 2. Fase 1 laat betrekkelijk hoge percentages zien bij leerstofpresentatie (22%) en evaluatie (22%); beide activiteiten zijn voornamelijk gericht op de klas als geheel, respectievelijk 20 en 16%. Fase 2 vertoont in dat opzicht een volstrekt ander patroon. De docent besteedt de meeste tijd aan het geven van feedback/begeleiding (33%), uitsluitend gericht op subgroepen (21%) dan wel individuele leerlingen (10%). Voorzover er sprake is van leerstofpresentatie (14%), is deze eveneens op subgroepen of individuele leerlingen gericht. Klassikale momenten blijven tot een minimum beperkt.

Tabel 6.6.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n3)

fase 1	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	2	2%									2	2%
instruc.voorber.			20	20%			2	2%			22	22%
presentatie			8	8%							8	8%
taakruimte			4	4%	8	8%	8	8%	2		20	20%
feedback	2	2%	16	16%	4	4%					22	22%
evaluatie					2	2%			4	4%	102	6%
organisatie			8	8%			2	2%	2	2%	12	12%
overige					2	2%	2	2%	6	6%	10	10%
Totaal	4	4%	56	55%	16	16%	14	14%	12	12%	102	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	3	2%									3	2%
instruc.voorber.					1	1%					1	1%
presentatie	1	1%			13	9%	5	4%			19	14%
taakruimte					11	8%	5	4%			16	11%
feedback	2	1%			30	21%	14	10%			46	33%
evaluatie					1	1%					1	1%
management vb					2	1%			9	6%	11	8%
organisatie	2	1%	3	2%	2	1%	3	2%			10	7%
overige	1	1%	2	1%	9	6%	7	5%	14	10%	33	24%
Totaal	9	6%	5	4%	69	49%	34	24%	23	16%	140	100%

Leerlingactiviteiten

De geregistreeerde leerlingactiviteiten, zoals weergegeven in Tabel 6.5b, lopen in beide fasen in de pas met de docentactiviteiten. Fase 1 wordt in hoofdzaak gekenmerkt door het volgen van de klassikale instructie (34%); in fase 2 voert zelfstandig werken de boventoon (56%), voor een aanzienlijk deel in interactie met medeleerlingen (28%). In beide fasen is voor het computergebruik overigens een bescheiden plaats weggelegd (circa 10%).

Tabel 6.6.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n3)

fase 1	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	10	5%													10	5%
insvolgen	2	1%	66	34%	2	1%			10	5%	8	4%			88	45%
zelfstwerk	4	2%			2	1%	8	4%	10	5%	2	1%			26	13%
gecontrwerk			2	1%											2	1%
organisatie	2	1%													2	1%
wachten			10	5%	8	4%					4	2%	6	3%	28	14%
niettaakger	2	1%	4	2%	20	10%					4	2%	10	5%	40	20%
Totaal	20	10%	82	42%	32	16%	8	4%	20	10%	18	9%	16	8%	196	100%

fase 2	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
niettaakger																
missing	5	2%													5	2%
insvolgen			17	6%											17	6%
zelfstwerk	3	1%	4	1%	46	17%	25	9%	48	18%	25	9%			151	56%
organisatie			2	1%	4	1%	1	0%	8	3%	3	1%	1	0%	19	7%
wachten			2	1%	1	0%							2	1%	5	2%
niettaakger	2	1%	6	2%	26	10%			6	2%			35	13%	75	28%
Totaal	10	4%	31	11%	77	28%	26	10%	62	23%	28	10%	38	14%	272	100%

Fase 1 versus fase 2

De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat docent n3 in fase 2 meer tegemoet komt aan de eisen van een klo. Een mogelijke verklaring ligt in feit dat voor fase 1 de observatiegegevens geaggregeerd zijn over een theorie- en een computerles en voor fase 2 over een theorieles en twee computerlessen. Aangenomen mag worden dat computerlessen eerder klo-achtige kenmerken vertonen dan theorielessen (in tweetallen zelfstandig werken achter de computer). In de observatiegegevens voor fase 2 is een extra computerles verdisconteerd. Dit verklaart wellicht het hogere klo-gehalte van fase 2. Wat overigens afbreuk doet aan fase 2 is het relatief hoge percentage niet taakgerichte gedrag van de leerlingen. Mogelijk dat computerlessen vaker gepaard gaan met organisatie-problemen dan theorielessen.

6.3.1.5 Docent n8 (bovenbouw havo/vwo)

De geobserveerde lessen van docent n8 in fase 1, zo blijkt uit Tabel 6.7a, bevatten de nodige klo-elementen. Hij geeft voornamelijk feedback/begeleiding (40%) aan individuele leerlingen (21%) en subgroepen (13%). Ook als hij lesstof presenteert werkt hij in belangrijke mate groepsgewijs of individueel (16%). Fase 2 laat in dit opzicht een meer traditioneel beeld zien. Dezelfde docent houdt zich dan voornamelijk bezig met leerstofpresentatie (33%) en richt zich daarbij uitsluitend op de klas als geheel. Subgroepen of individuele leerlingen zijn niet of nauwelijks aanspreekpunt. Organisatorische zaken vragen betrekkelijk veel lestijd (20%).

Tabel 6.7a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n8)

fase 1	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
presentatie			6	6%	10	10%	6	6%			22	23%
taakruimte			4	4%	2	2%	4	4%	2	2%	12	13%
feedback	4	4%	2	2%	12	13%	20	21%			38	40%
evaluatie			4	4%	2	2%					6	6%
organisatie			2	2%					2	2%	4	4%
overige					2	2%	4	4%	8	8%	14	15%
Totaal	4	4%	18	19%	28	29%	34	35%	12	13%	96	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		geen		Totaal			
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
missing	3	7%							3	7%		
instr.vorb.	1	2%	3	7%					4	9%		
presentatie			14	33%					14	33%		
taakruimte			6	14%					6	14%		
feedback					1	2%			1	2%		
evaluatie			2	5%					2	5%		
organisatie			4	9%	4	9%	1	2%	9	21%		
overige	1	2%					3	7%	4	9%		
Totaal	5	12%	29	67%	5	12%	4	9%	43	100%		

Het presenteren van leerstof door de docent correspondeert met de leerlingactiviteit 'instructie volgen'. Uit Tabel 6.7b blijkt dan ook dat de leerlingen in fase 2 voor bijna de helft van de tijd instructie volgen (48%). Zelfstandig werken is in de les niet waargenomen. Bovendien laat de tabel zien dat de leerlingen in fase 2 opmerkelijk veel tijd doorgebracht hebben met wachten en niet-taakgericht gedrag (37%). In fase 1 daarentegen lijkt de effectieve leertijd veel hoger: 74 % van de lestijd is besteed aan zelfstandig werken met de computer als belangrijkste contactbron (30%). De wachttijd in fase 1 is

minimaal (1%) en de leerlingen vertonen nauwelijks niet-taakgericht gedrag (6%).

Tabel 6.7.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n8)

fase 1	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
insvolgen			22	11%									22	11%
zelfstwerk	4	2%			28	15%	50	26%	58	30%	2	1%	142	74%
organisatie	2	1%	2	1%	6	3%			4	2%	2	1%	16	8%
wachten											2	1%	2	1%
niettaakger	2	1%			6	3%					2	1%	10	5%
Totaal	8	4%	24	13%	40	21%	50	26%	62	32%	8	4%	192	100%

fase 2	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		boek		geen		Totaal			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
missing	4	5%										4	5%	
insvolgen			39	48%								39	48%	
gecontrwerk			1	1%								1	1%	
organisatie			2	2%	5	6%						7	9%	
wachten	1	1%			11	13%			2	2%		14	17%	
niettaakger	1	1%			14	17%	1	1%	1	1%	1	1%	17	21%
Totaal	6	7%	42	51%	30	37%	1	1%	3	4%		82	100%	

Fase 1 versus fase 2

De conclusie is dat de geobserveerde lessen in fase 1 naar klo-maatstaven een gunstiger beeld laten zien dan de lessen in fase 2. Daarbij moet wel in aanmerking worden genomen dat in fase 2 de observatiegegevens slechts betrekking hebben op één theorieles; fase 1 daarentegen omvat zowel een theorieles als een computerles (vgl. Tabel 6.1). Bij theorielessen ligt een klassikaal patroon van lesgeven eerder voor de hand dan bij computerlessen. Dit lijkt een plausibele verklaring voor de verschillen tussen fase 1 en fase 2.

6.3.1.6 Docent n9

Docentactiviteiten

Bij docent n9 zijn uitsluitend lessen geobserveerd in fase 2. Tabel 6.8a geeft een overzicht van de percentages geregistreeerde docentactiviteiten; tabel 6.8b bevat de gegevens van de leerlingactiviteiten. De hoofdactiviteiten van de docent zijn leerstofpresentatie (35%), het geven van feedback (36%) en organisatie (13%). Daarbij richt de docent zich in belangrijke mate op subgroepen (55%).

Tabel 6.8.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n9)

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	5	6%									5	6%
instruc.vorb.			1	1%							1	1%
presentatie	1	1%	9	11%	15	18%	4	5%			29	35%
taakruimte	1	1%	3	4%							4	5%
feedback	1	1%			28	33%	1	1%			30	36%
management vb			1	1%							1	1%
organisatie	1	1%	3	4%	3	4%	1	1%	3	4%	11	13%
overige			1	1%	1	1%			1	1%	3	4%
Totaal	9	11%	18	21%	47	56%	6	7%	4	5%	84	100%

Leerlingactiviteiten

De leerlingen (zie Tabel 6.8b) werken voor ruim de helft van de tijd zelfstandig (52%), deels achter de computer (15%) in interactie met medeleerlingen (19%). Hoewel het percentage niet-taakgericht gedrag aan de hoge kant is (20%), lijken de geobserveerde lessen van docent 9, zeker ook in vergelijking met die van de overige docenten, op een aantal punten (zelfstandig werken, groepswork, computergebruik e.d.) aan klo-kenmerken te voldoen.

Tabel 6.8.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n9)

fase 2	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	7	4%			1	1%					1	1%			9	6%
insvolgen			22	14%	2	1%									24	15%
zelfstwerk	3	2%	2	1%	31	19%	9	6%	15	9%	24	15%			84	52%
organisatie			1	1%	1	1%			7	4%					9	6%
wachten					1	1%							2	1%	3	2%
niettaakger	3	2%	1	1%	8	5%			4	2%	2	1%	14	9%	32	20%
Totaal	13	8%	26	16%	44	27%	9	6%	26	16%	27	17%	16	10%	161	100%

6.3.1.7 Docent n10

Docentactiviteiten

De activiteiten van docent n10 in fase 1 (zie tabel 6.9a) spitsen zich toe op leerstofpresentatie (48%), het geven van feedback (15%) en organisatie (11%). De leerstofpresentatie is deels klassikaal (25%) en deels groepsgewijs (15%):

Tabel 6.9.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n10)

fase 1	bron docentgedrag												
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
missing	1	1%										1	1%
instr.voorb.			1	1%					5	5%		6	6%
presentatie			25	26%	14	15%	6	6%	1	1%		46	48%
taakruimte			2	2%	3	3%	1	1%	1	1%		7	7%
feedback	1	1%	1	1%	10	11%	2	2%				14	15%
evaluatie			1	1%	3	3%						4	4%
management vb									1	1%		1	1%
organisatie			1	1%	3	3%	1	1%	5	5%		10	11%
overige					1	1%	1	1%	4	4%		6	6%
Totaal	2	2%	31	33%	34	36%	11	12%	17	18%		95	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	6	14%									6	14%
presentatie			25	57%							25	57%
taakruimte			2	5%			4	9%			6	14%
feedback					1	2%	1	2%			2	5%
organisatie			2	5%					2	5%	4	9%
overige							1	2%			1	2%
Totaal	6	14%	29	66%	1	2%	6	14%	2	5%	44	100%

Het geven van feedback beperkt zich voornamelijk tot subgroepen (11%). In dat opzicht toont fase 2 aanzienlijk meer uniformiteit. De docentactiviteiten in deze fase bestaan grotendeels uit het klassikaal presenteren van leerstof (57%).

Leerlingactiviteiten

Tabel 6.9b laat zien dat ook de leerling activiteiten meer variatie vertonen in fase 1 dan in fase 2. In fase 1 volgen leerlingen de instructies (34%) van in hoofdzaak de docent (26%). Daarnaast wordt er voor 37% van de lestijd, al dan niet in samenwerking met medeleerlingen, zelfstandig gewerkt. De leerlingactiviteiten in fase 2 daarentegen worden welhaast volledig gekenmerkt door het volgen van docentinstruaties (79%).

Tabel 6.9.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n10)

fase 1	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	4	2%													4	2%
insvolgen			49	26%	1	1%	12	6%	1	1%					63	34%
zelfstwerk	2	1%	2	1%	27	15%	5	3%	9	5%	8	4%	15	8%	68	37%
organisatie			1	1%	2	1%	1	1%	2	1%			9	5%	15	8%
wachten			2	1%	2	1%	3	2%	3	2%			7	4%	17	9%
niettaakger					11	6%							8	4%	19	10%
Totaal	6	3%	54	29%	43	23%	21	11%	15	8%	8	4%	39	21%	186	100%

fase 2	bron leerling gedrag									
	mist		leraar		medelln		materiaal		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	7	8%							7	8%
insvolgen			64	76%	1	1%	1	1%	66	79%
zelfstwerk	2	2%	1	1%	1	1%	2	2%	6	7%
organisatie							2	2%	2	2%
wachten			1	1%	1	1%			2	2%
niettaakger	1	1%							1	1%
Totaal	10	12%	66	79%	3	4%	5	6%	84	100%

Fase 1 versus fase 2

Wat geldt voor docent n8 (zie par. 6.3.5), geldt eveneens voor docent n10. Fase 1 betreft observaties van zowel een theorieles als een computerles; in fase 2 is slechts één theorie geobserveerd. Dat een vergelijking tussen fasen in termen van klo in het nadeel uitvalt van fase 2, is dan allerminst onverwacht. De hogere waardering voor de lessen in fase 1 is zonder twijfel toe te schrijven aan de computerles, waarmee al gauw een klo-indruk gewekt kan worden. Daarmee is overigens niet gezegd dat de geobserveerde lessen in fase 1 een hoog klo-gehalte hebben. Hiervoor lijken ook de lessen in fase 1 te klassikaal van opzet. Bovendien neemt het computergebruik in fase 1 een te marginale plaats in om van een computergestuurde klo te kunnen spreken.

6.3.1.8 Docent n1 (bovenbouw vwo)

Docentactiviteiten

In Tabel 6.10a staan de observatiegegevens van de lessen die zijn uitgevoerd door docent n1. Deze docent (n1) heeft uitsluitend aan de tweede fase van het onderzoek deelgenomen. De gepresenteerde gegevens hebben dan ook betrekking op lessen (n=2) die in deze fase zijn uitgevoerd. Instructie neemt verreweg de meeste lestijd in beslag: 74%. Deze instructie bestaat voor minder dan de helft uit het presenteren van nieuwe leerstof (34%); 40% is voorbehouden aan de realisatie van de taakruimte en het geven van feedback. Voor managementactiviteiten (voorbereiding, organisatie en overige) is in totaal 15% gereserveerd.

Tabel 6.10.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n1)

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	10	11%									10	11%
instruc.voorber.	1	1%	2	2%							3	3%
presentatie	1	1%	10	11%	18	20%	2	2%			31	34%
taakruimte	1	1%	5	5%	2	2%	10	11%			18	20%
feedback	1	1%	1	1%	11	12%	5	5%			18	20%
organisatie			4	4%	1	1%					5	5%
overige									6	7%	6	7%
Totaal	14	15%	22	24%	32	35%	17	19%	6	7%	91	100%

De docent richt zich bij al deze activiteiten in 54% van de gevallen op subgroepen of individuele leerlingen. Subgroepen worden vooral aangesproken bij de presentatie van lesstof (20%) en het geven van feedback (12%), individuele leerlingen zijn vooral aanspreekpunt bij het stellen van problemen en het geven van opdrachten (realisatie taakruimte). Managementactiviteiten zijn voornamelijk gericht op de gehele klas (6%).

Leerlingactiviteiten

In Tabel 6.10b staan de leerlinggegevens.

De dominante leerlingactiviteit is zelfstandig werken: 48%. Opvallend daarbij is dat de docent nauwelijks wordt aangesproken. De belangrijkste contactbronnen zijn de computer (24%) en medeleerlingen (11%). Bij instructie volgen (39%) is de docent daarentegen wel bijna de enige contactbron (38%).

Tabel 6.10.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n1)

fase 2	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
mist	7	4%													7	4%
insvolgen			68	38%			1	1%							69	39%
zelfstwerk	5	3%	1	1%	19	11%	14	8%	3	2%	43	24%			85	48%
gecontrwerk			5	3%											5	3%
organisatie					2	1%			1	1%	1	1%	4	2%	8	5%
wachten	1	1%													1	1%
niettaakger					2	1%									2	1%
Totaal	13	7%	74	42%	23	13%	15	8%	4	2%	44	25%	4	2%	177	100%

Tenminste enkele kenmerken (zelfstandig werken, leerlinginteracties en computergebruik) verwijzen in de richting van een klo.

6.3.1.9 Docent n5

Tabel 6.11a bevat de observatiegegevens van docent n5. In beide fasen blijkt het geven van feedback veel lestijd in beslag te nemen, m.n. in fase 2 (55%).

Tabel 6.11.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n5)

fase 1	bron docentgedrag										
	missing		subgroep		individu		geen		Totaal		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
missing	1	1%								1	1%
instruc.voorber.			1	1%						1	1%
presentatie			13	16%						13	16%
taakruimte			7	8%						7	8%
feedback			18	22%	3	4%	1	1%		22	27%
evaluatie	1	1%	2	2%						3	4%
management vb							1	1%		1	1%
organisatie			6	7%				2	2%	8	10%
overige			3	4%	3	4%	21	25%		27	33%
Totaal	2	2%	50	60%	6	7%	25	30%		83	100%

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	4	4%									4	4%
instruc.vorb.			3	3%							3	3%
presentatie			8	9%					1	1%	9	10%
taakruimte			6	7%			1	1%			7	8%
feedback	1	1%	3	3%	33	37%	10	11%	2	2%	49	55%
evaluatie			3	3%			2	2%			5	6%
management vb									1	1%	1	1%
organisatie			2	2%	1	1%	2	2%			5	6%
overige									6	7%	6	7%
Totaal	5	6%	25	28%	34	38%	15	17%	10	11%	89	100%

In fase 1 blijkt daarnaast het presenteren van leerstof een belangrijke instructieactiviteit (16%). In fase 2 blijkt deze activiteit teruggebracht tot 10% van de lestijd.

Leerstofpresentatie en feedback is in fase 1 hoofdzakelijk gericht op subgroepen (38%); in fase 2 wordt daarnaast ook feedback gegeven aan individuele leerlingen (11%).

Leerlingactiviteiten

De gegevens van de leerlingactiviteiten in Tabel 6.11b sluiten bij dit patroon aan.

Tabel 6.11.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (n5)

fase 1	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
insvolgen			13	8%									13	8%
zelfstwerk	1	1%	6	4%	36	22%	18	11%	27	16%	30	18%	118	72%
gecontrwerk			3	2%							1	1%	4	2%
organisatie					9	5%					3	2%	12	7%
wachten					2	1%			1	1%	1	1%	4	2%
niettaakger			1	1%	4	2%	1	1%			7	4%	13	8%
Totaal	1	1%	23	14%	51	31%	19	12%	28	17%	42	26%	164	100%

fase 2	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	3	2%							1	1%					4	2%
insvolgen	1	1%	27	16%					8	5%					36	21%
zelfstwerk	1	1%	1	1%	28	16%	1	1%	43	25%	29	17%			103	59%
gecontrwerk			14	8%											14	8%
organisatie			2	1%	1	1%			1	1%			2	1%	6	3%
wachten	1	1%							1	1%			4	2%	6	3%
niettaakger					2	1%							3	2%	5	3%
Totaal	6	3%	44	25%	31	18%	1	1%	54	31%	29	17%	9	5%	174	100%

Zelfstandig werken heeft een hoog percentage: 72% in fase 1 en 59% in fase 2. Instructie volgen neemt bij de leerlingen in fase 1 slechts 8% van de lestijd in beslag. In fase 2 is dit percentage aanzienlijk hoger: 21%. Wat betreft de contact-personen zijn er eveneens verschillen tussen beide fasen. In fase 1 zijn medeleerlingen de belangrijkste contactpersonen (31%); in fase 2 is dat de leraar (25%).

Fase 1 versus fase 2

Nemen we de klo-eisen als maatstaf, dan lijken de lessen van docent n5 in beide fasen hier in redelijke mate aan te voldoen. In fase 2 is er verhoudingsgewijs sprake van minder klassikale leerstofpresentatie en van meer feedback. Op grond van deze docentactiviteiten schatten we de lessen in deze fase wat hoger in dan die in fase 1.

6.3.1.10 Docent n6

Docentactiviteiten

Tabel 6.12a presenteert voor fase 2 de gegevens van docent n6. Fase 1 is door een collega van dezelfde school uitgevoerd (docent n7; zie par. 6.3.1.3). Bij docent n6 in fase 2 is het presenteren van leerstof met 35% de belangrijkste instructieactiviteit. Feedback geven volgt daarbij op de voet met 33%. Bij het presenteren van leerstof gaat de docent voornamelijk klassikaal te werk gaat (24%); bij het geven van feedback richt de docent zich echter in hoofdzaak op subgroepen (31%).

Tabel 6.12.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n6)

fase 2	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	7	9%									7	9%
instruc.vorb.			2	3%							2	3%
presentatie	2	3%	18	24%	5	7%	1	1%			26	35%
taakruimte			2	3%			1	1%			3	4%
feedback					23	31%	2	3%			25	33%
evaluatie			3	4%							3	4%
organisatie			4	5%							4	5%
overige	1	1%	1	1%					3	4%	5	7%
Totaal	10	13%	30	40%	28	37%	4	5%	3	4%	75	100%

Leerlingactiviteiten

De leerlingen besteden bij docent n6 de meeste lestijd aan zelfstandig werken (44%). Daarnaast neemt het volgen van instructies betrekkelijk veel lestijd in beslag (32%). Medeleerlingen (17%) en de computer (15%) blijken bij zelfstandigwerken de belangrijkste contactbronnen; instructievolgen is uitsluitend gericht op de docent (31%).

Tabel 6.12.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n6)

fase 2	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	11	8%											11	8%
insvolgen	1	1%	45	31%									46	32%
zelfstwerk	4	3%	2	1%	25	17%	10	7%	22	15%	1	1%	64	44%
gecontrwerk			3	2%									3	2%
wachten	4	3%								4	3%		8	6%
niettaakger	3	2%			5	3%					4	3%	12	8%
Totaal	23	16%	50	35%	30	21%	10	7%	22	15%	9	6%	144	100%

De geobserveerde lessen lijken daarmee het midden te houden tussen docent- en leerlinggecentreerd onderwijs. Van een klo is hooguit in beperkte zin sprake. Daartoe heeft docent n6 een nog te prominente rol en krijgt de computer een te bescheiden toebedeeld.

6.3.1.11 Docent n11

De observatiegegevens van docent n11 beperken zich tot een tweetal lessen in fase 1. Tabel 6.13a en tabel 6.13b geven een overzicht van respectievelijk de geregistreerde docent- en leerlingactiviteiten.

Tabel 6.13.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n11)

fase 1	bron docentgedrag											
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal	
doc. activiteit	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	4	4%									4	4%
instr.vorb.	2	2%	1	1%							3	3%
presentatie	1	1%	18	19%	2	2%	1	1%			22	23%
taakruimte			5	5%	6	6%			1	1%	12	13%
feedback	2	2%	1	1%	18	19%	2	2%			23	24%
evaluatie			1	1%							1	1%
management vb									3	3%	3	3%
organisatie			3	3%	8	9%			2	2%	13	14%
overige	2	2%			2	2%	1	1%	8	9%	13	14%
Totaal	11	12%	29	31%	36	38%	4	4%	14	15%	94	100%

De docent voert in de lessen een gevarieerd aantal activiteiten uit met nadruk op leerstofpresentatie (23%), feedback (24%), taakruimte (13%) en organisatie (14%). De groeperingswijze is zowel klassikaal (31%) als groepsgewijs (38%). Dit patroon impliceert dat leerlingen instructie volgen en zelfstandig werken. Tabel 6.12b bevestigt deze implicatie. Instructie volgen neemt 23% van de lestijd; zelfstandig werken 41%. Ook de contactpersonen/-bronnen variëren. Noemenswaardige percentages zijn: de docent met 24%, de medeleerlingen met 23% en de computer met 18%.

Tabel 6.13.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n11)

fase 1	bron leerling gedrag															
	mist		leraar		medelln		boek		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	8	4%													8	4%
insvolgen	1	1%	39	21%	1	1%									41	23%
zelfstwerk	1	1%	1	1%	10	5%	15	8%	14	8%	32	18%	2	1%	75	41%
organisatie			1	1%	4	2%							4	2%	9	5%
wachten	1	1%	2	1%	7	4%							7	4%	17	9%
niettaakger	2	1%			19	10%					1	1%	10	5%	32	18%
Totaal	13	7%	43	24%	41	23%	15	8%	14	8%	33	18%	23	13%	182	100%

Met name de begeleidende rol van de docent (feedback), de samenwerking met medeleerlingen en het computergebruik zijn kenmerken die ook aan een klo worden toegeschreven.

6.3.1.12 Docent n12

Bij docent n12 ten slotte zijn de observaties beperkt gebleven tot een tweetal lessen in fase 2. Voor deze fase1-lessen gold, net als bij de andere docenten, het uitdrukkelijk verzoek om een klo te realiseren. Uit de volgende tabellen moet worden afgeleid in welke mate docent n12 hierin is geslaagd.

Tabel 6.14.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n12)

fase 2	bron docentgedrag												
	missing		hele klas		subgroep		individu		geen		Totaal		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
missing	14	19%										14	19%
instr.vorb.			1	1%								1	1%
presentatie	1	1%	9	12%	2	3%	31	42%				43	58%
taakruimte			3	4%								3	4%
feedback	1	1%			1	1%	2	3%				4	5%
organisatie	1	1%	5	7%					2	3%		8	11%
overige									1	1%		1	1%
Totaal	17	23%	18	24%	3	4%	33	45%	3	4%		74	100%

Wat zich onmiddellijk opdringt (zie Tabel 6.14a) is het hoge percentage lestijd dat door de docent wordt besteed aan leerstofpresentatie (58%). Op-

merkelijk is dat deze instructieactiviteit niet in de eerste plaats gericht is op de klas als geheel (12%), maar op individuele leerlingen (42%). Voorts is er niet of nauwelijks sprake van het realiseren van taakruimte (4%), het geven feedback (5%) of evaluatie (0%). Alleen organisatie neemt nog de nodige lestijd (11%).

Tabel 6.14.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n12)

fase 2	bron leerling gedrag													
	mist		leraar		medelln		materiaal		computer		geen		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
missing	28	20%											28	20%
insvolgen			23	16%									23	16%
zelfstwerk	1	1%			36	26%	2	1%	40	29%			79	56%
organisatie	1	1%							1	1%	2	1%	4	3%
wachten			1	1%	1	1%					2	1%	4	3%
niettaakger	1	1%			1	1%							2	1%
Totaal	31	22%	24	17%	38	27%	2	1%	41	29%	4	3%	140	100%

De leerlingen (zie Tabel 6.14b) besteden hun lestijd aan instructievolgen (16%), maar vooral aan zelfstandig werken (56%). Daarbij wisselen de contactpersonen/-bronnen tussen docent (17%), medeleerlingen (27%) en de computer (29%). Concluderend kunnen we stellen dat de docent erin geslaagd is klo-elementen in zijn lessen op te nemen. Stellige conclusies zijn echter ook hier niet te trekken, niet in de laatste plaats vanwege het betrekkelijk grote aantal docent- en leerlingactiviteiten dat niet nader kon worden gedefinieerd (19 resp. 20%).

6.4 Vergelijking tussen docenten

Bij gebrek aan absolute maatstaven kan de vraag in hoeverre docenten er in geslaagd zijn om klo's te realiseren alleen beantwoord worden door een vergelijking van fasen en docenten onderling op basis van de geobserveerde lessen. Het klo-gehalte wordt hoger ingeschat naar mate

- docenten relatief veel lestijd besteden aan het geven van feedback/begeleiding gericht op subgroepen en individuele leerlingen
- leerlingen op hun beurt relatief veel tijd besteden aan zelfstandig werken, individueel of in subgroepen, met gebruikmaking van de computer.

Het klo-gehalte wordt lager ingeschat naar mate

- docenten relatief veel lestijd besteden aan het presenteren van nieuwe lesstof en daarbij in hoofdzaak klassikaal te werk gaan
- leerlingen op hun beurt relatief veel tijd besteden aan het volgen van docent-instructies waarbij interacties met medeleerlingen en het gebruik van de computer tot een minimum zijn beperkt.

We voeren de vergelijking tussen de docenten in de volgende stappen uit:

1. Per fase worden docenten in 4 rangorden geplaatst: enerzijds op basis van het percentage lestijd dat elke docent besteedt aan het klassikaal presenteren leerstof (1) en het geven van feedback/begeleiding (2) en anderzijds op basis het percentage leertijd dat door de leerlingen bij de betreffende docent besteed wordt aan het volgen van docent-instructies (3) en zelfstandig werken (4).
2. Door middel van een correlatie-toets (Spearman) wordt per fase nagegaan of de rangorden onderling significant met elkaar samenhangen.
3. De vastgestelde rangorden van docenten voor fase 1 en fase 2 worden onderling vergeleken.
4. De rangorden zoals vastgelegd voor fase 2, worden bij wijze van validering geconfronteerd met de uitkomsten van de vergelijking tussen de docenten op basis van de interviewgegevens (zie hoofdstuk 5, par. 5.3 e.v.)

6.4.1 *Het klo-gehalte van de lessen in fase 1*

In Tabel 6.15 zijn 8 docenten bij wie lessen zijn geobserveerd in de eerste fase van het onderzoek, in 4 rangorden geplaatst. De rangorde zijn als volgt tot stand gekomen:

- Bij de eerste rangorde (a) is uitgegaan van het percentage lestijd dat elke docent besteed heeft aan het klassikaal presenteren van leerstof. Hoe lager het percentage, hoe hoger de docent in de rangorde is geplaatst.
- De tweede rangorde (b) is gebaseerd op het percentage bestede lestijd aan het geven van feedback/begeleiding. Hoe hoger het percentage, hoe hoger de docent in de rangorde is geplaatst.
- Uitgangspunt van de derde rangorde (c) is het percentage leertijd dat leerlingen bij de betreffende docenten besteed hebben aan het volgen van

docent-instructies. Hoe lager het percentage, hoe hoger de docent in de rangorde is geplaatst.

- De vierde rangorde (d) is vastgesteld op basis het percentage leertijd waarin leerlingen bij de betreffende docenten zelfstandig hebben gewerkt. hoe hoger het percentage, hoe hoger de docent in de rangorde is geplaatst.

Tabel 6.15 Rangorden van docenten (n=8) naar percentage bestede leertijd in fase 1

rangorde	docentactiviteiten		leerlingactiviteiten	
	a. leerstofpres.	b. feedback	c. instruct. volgen	d. zelfst.werken
1	n7 (5%)	n8 (40%)	n5 (4%)	n8 (74%)
2	n8 (6%)	n7 (38%)	n8 (11%)	n5 (72%)
3	n2 (7%)	n2 (28%)	n7 (12%)	n2 (59%)
4	n5 (16%)	n5 (27%)	n2 (20%)	n7 (55%)
5	n11 (19%)	n4 (27%)	n11 (21%)	n11 (41%)
6	n3 (20%)	n11 (24%)	n10 (26%)	n10 (37%)
7	n10 (26%)	n3 (20%)	n3 (34%)	n4 (28%)
8	n4 (27%)	n10 (15%)	n4 (40%)	n3 (13%)

De lessen van docenten die de eerste plaatsen bezetten (bijv. n7, n8, n2) worden naar klo-maatstaven hoger ingeschat dan die van docenten op lagere plaatsen in de rangorden (bijv. n10, n3, n4). Een vergelijking tussen rangorden lijkt geen noemenswaardige verschillen op te leveren. De posities die de docenten in de verschillende rangorden innemen, zijn nagenoeg gelijk. Dit wordt bevestigd door de uitkomsten van een rangcorrelatie toets (Spearman) in tabel 6.16.

Tabel 6.16 Samenhang tussen rangorden van docenten naar lesactiviteit in fase 1 (rs)

	feedback	instructie volgen	zelfst. werken
leerstofpresentatie	.83*	.81*	.76*
feedback		.93*	.79*
instructie volgen			.93*

* correlaties significant op < 5%-niveau

De correlaties tussen de verschillende rangorden zijn significant. Naar mate in de geobserveerde lessen de leerstofpresentatie in percentage leertijd toe-

neemt, neemt kennelijk ook het volgen van docentinstruities in percentage lestijd toe, terwijl het geven van feedback en het zelfstandig werken in percentage lestijd afneemt. Dankzij deze onderlinge samenhang hebben we met het percentage lestijd dat de docent besteedt aan leerstofpresentatie een bruikbare maat voor het bepalen van het klo-gehalte van de geobserveerde lessen in de eerste fase. Hoe lager dit percentage (of hoe hoger in de rangorde), hoe hoger het klo-gehalte van de les. Uit de rangorde 'leerstofpresentatie' (zie Tabel 6.14) kan worden geconcludeerd dat de lessen van de docenten n7, n8 en n2 een relatief hoog klo-gehalte hebben en de lessen van de docenten n4 en n10 een relatief laag klo-gehalte. De lessen van de overige docenten (n5, n11, n3) houden het midden tussen deze uitersten.

6.4.2 *Het klo-gehalte van de lessen in fase 2*

Om docenten te kunnen vergelijken op het klo-gehalte van de bij hen geobserveerde lessen in fase 2, zijn ze in rangorden geplaatst.

Tabel 6.17 Rangorden van docenten (n=10) naar percentage bestede lestijd in fase 2

rangorde	docentactiviteiten		leerlingactiviteiten	
	a. leerstofpres.	b. feedback	c. instruct. volgen	d. zelfst.werken
1	n3 (0%)	n5 (55%)	n3 (6%)	n5 (59%)
2	n2 (5%)	n9 (36%)	n9 (14%)	n3 (56%)
3	n4 (7%)	n3 (33%)	n12 (16%)	n12 (54%)
4	n5 (9%)	n6 (32%)	n5 (16%)	n9 (52%)
5	n9 (11%)	n4 (25%)	n4 (26%)	n1 (48%)
6	n1 (11%)	n1 (20%)	n2 (30%)	n6 (44%)
7	n12 (12%)	n2 (17%)	n6 (31%)	n4 (39%)
8	n6 (24%)	n10 (5%)	n1 (38%)	n2 (34%)
9	n8 (33%)	n12 (5%)	n8 (48%)	n10 (7%)
10	n10 (57%)	n8 (2%)	n10 (76%)	n8 (0%)

Deze rangorde is wederom tot stand gekomen op basis van het percentage lestijd dat besteed is aan leerstofpresentatie, het geven van feedback (beide docentactiviteiten), het volgen van docent-instructies en het zelfstandig

werken (beide leerlingactiviteiten). De rangorden staan weergegeven in Tabel 6.17.

De docenten nemen in de verschillende rangorden niet steeds dezelfde positie in. Opvallend is voorts dat m.n. de rangorde met betrekking tot de leerstofpresentatie gebaseerd blijkt te zijn op betrekkelijk kleine verschillen in percentages. Pas na de zevende positie is sprake van een aanzienlijk verschil. De samenhang met de overige rangorde lijkt hier minder evident dan bij fase 1 (zie vorige paragraaf). De correlatie-coëfficiënten in Tabel 16.18 bevestigen deze indruk.

Tabel 6.18 Samenhang tussen rangorden van docenten naar lesactiviteit in fase 2 (rs)

	feedback	instructie volgen	zelfst. werken
leerstofpresentatie	.54	.70*	.48
feedback		.59	.69*
instructie volgen			.79*

*significant op < 5%-niveau

‘Leerstofpresentatie’ blijkt alleen significant te correleren met ‘instructie volgen’. Als de docent veel tijd besteedt aan leerstof presentatie, moeten de leerlingen -zo was te verwachten- veel tijd besteden aan het volgen van instructies. Daarnaast zien we een significante samenhang tussen ‘feedback’ en ‘zelfstandig werken’. Veel tijd voor feedback blijkt samen te gaan met veel tijd voor zelfstandig leren. Ten slotte blijkt de correlatie tussen ‘instructie volgen’ en ‘zelfstandig werken’ significant. Veel tijd voor het volgen van instructies impliceert weinig tijd voor zelfstandigwerken en vice versa.

Aangezien ‘leerstofpresentatie’ uitsluitend significant blijkt samen te hangen met ‘instructie volgen’ lijkt deze rangorde een te smalle basis voor conclusies over het klo-gehalte dat door de docenten in hun lessen is gerealiseerd. We betrekken daarom eveneens de rangorde onder ‘feedback’ (zie Tabel 6.16) bij de beoordeling.

De lessen van de docenten n3, n5 en n9 worden gekenmerkt door een relatief laag percentage leerstofpresentatie en/of een hoog percentage feedback. Dit betekent dat hun lessen verhoudingsgewijs een hoog klo-gehalte hebben. Bij de docenten n12, n8 en n10 zien we daarentegen een relatief hoog percentage leerstofpresentatie en een relatief laag percentage feedback. Het klo-gehalte

van hun lessen wordt dan ook het laagst ingeschat. Aan de lessen van de overige docenten schrijven we een middelmatig klo-gehalte toe. Het percentage leerstofpresentatie is niet extreem hoog en het percentage feedback is niet extreem laag.

6.4.3 *Het klo-gehalte van de lessen in fase 1 en fase 2*

Per docent is reeds eerder aangegeven in hoeverre de lessen in fase 2 een hoger klo-gehalte lijken te hebben dan die in fase 1. Enige vooruitgang in dat opzicht was te verwachten omdat aan de uitvoering van de lessen in fase 2 een uitdrukkelijk verzoek vooraf is gegaan om te streven naar krachtige leeromgevingen met gebruikmaking van de computer. Een meer geobjectiverde vergelijking is mogelijk op basis van de hiervoor gepresenteerde rangorden. Uiteraard kunnen alleen die docenten bij de vergelijking worden betrokken bij wie zowel lessen in de eerste als in de tweede fase zijn geobserveerd: de docenten n2, n3, n4, n5, n8 en n10. We beperken ons gemakshalve tot de rangorde onder leerstofpresentatie en feedback.

Tabel 6.19 Rangorden van docenten (n=10) naar percentage bestede lestijd 'leerstofpresentatie' en 'feedback' per fase

rangorde	leerstofpresentatie		feedback	
	fase 1	fase 2	fase 1	fase 2
1	n8 (6%)	n3 (0%)	n8 (40%)	n5 (55%)
2	n2 (7%)	n2 (5%)	n2 (28%)	n3 (33%)
3	n5 (16%)	n4 (7%)	n5 (27%)	n4 (25%)
4	n3 (20%)	n5 (9%)	n4 (27%)	n2 (17%)
5	n10 (26%)	n8 (33%)	n3 (20%)	n10 (5%)
6	n4 (27%)	n10 (57%)	n10 (15%)	n8 (2%)

Docent n8 neemt met zijn lessen in fase 1 een koppositie in en bezet in fase 2 de laatste en voorlaatste plaats. Ging in de lessen voor fase 1 weinig leerstofpresentatie gepaard met het geven van veel feedback, de lessen in fase 2 laten precies het omgekeerde beeld zien. In fase 1 lijkt de docent er m.a.w. beter in geslaagd een klo te realiseren dan in fase 2.

De lessen van docent n2 hebben in beide fasen een relatief hoog klo-gehalte. Van voortgang in de tweede fase is echter geen sprake. Het wat lagere percentage feedback in de fase 2 wijst eerder op het tegendeel.

Bij docent n5 hebben de lessen in fase 1 een gematigd klo-gehalte. Zijn lessen in fase 2 moeten daarentegen hoger worden ingeschat. In deze fase is het percentage leerstofpresentatie beduidend lager en het percentage feedback aanzienlijk hoger.

Dezelfde tendens zien we in de lessen van docent n3. Gemeten naar het klo-gehalte moeten zijn lessen in fase 2 hoger gewaardeerd worden dan die in fase 1.

De lessen van docent n10 hebben zowel in fase 1 als fase 2 een laag klo-gehalte. Fase 2 is in dat opzicht allerminst een vooruitgang te noemen. In de betreffende lessen is het percentage leerstofpresentatie nog hoger en het percentage feedback nog lager dan die in de lessen van fase 1.

Bij docent 4 ten slotte zien we een laag klo-gehalte van de lessen in fase 1. Er is enige vooruitgang in fase 2 (lager percentage leerstofpresentatie), maar het klo-gehalte blijft aan de lage kant.

Samengevat kan worden vastgesteld dat bij 3 docenten (n5, n3 en n4) de lessen in fase 2 dichter het klo-ideaal benaderen dan die in fase 1. Bij de overige docenten zien we in fase 2 een terugval (n8 en n10) of geen verbetering (n2).

Een eenduidige conclusie of de fase 2-lessen van de docenten in het algemeen gesproken meer klo-elementen bevatten dan de fase 1-lessen is niet te trekken. In de eerste plaats kunnen we bij gebrek aan observatiegegevens voor slechts de helft van de docenten een vergelijking maken tussen beide fasen. In de tweede plaats hebben we voor fase 2 de beschikking over observatiegegevens die in de regel per docent geaggregeerd zijn over een theorieles en een computerles. Er zijn drie uitzonderingen. In één geval is in de observaties een extra computerles verdisconteerd (docent n3) en in twee gevallen hebben de observaties slechts betrekking op 1 theorieles (docent n8 en n10). Eerder is opgemerkt dat computerlessen naar klo-maatstaven hoger worden gewaardeerd dan theorielessen. Met name docent n8 en n10 waren wellicht beter uit de bus gekomen als bij hen in fase 2 eveneens een computerles bij de observaties was betrokken.

6.4.4 *Vergelijkingen vergeleken.*

In hoofdstuk 5, par 5.6, is een vergelijking gemaakt tussen docenten (n=12). Op grond van de interviewgegevens is ingeschat in hoeverre elke docent bereid en in staat is om in zijn of haar onderwijs tegemoet te komen aan de eisen van een klo. Daartoe zijn de docenten op een continuüm geplaatst van niet of nauwelijks op klo's ingesteld (of traditioneel, in hoofdzaak docentgecentreerd onderwijs) tot in hoge mate op klo's ingesteld (ofwel progressief, leerlinggecentreerd onderwijs). De docenten n2, n7, n8 en n12 krijgen een relatief hoge klo-score (4 of 5 op een 6 puntsschaal); de overige docenten (n=8) een relatief lage score (3 of lager). De onderlinge vergelijking tussen de betrokken docenten leidt dan ook tot de voorzichtige conclusie dat het merendeel zich bevindt aan de traditionele kant van het continuüm.

In de voorgaande paragrafen zijn de lessen van de dezelfde docenten op grond van observatiegegevens beoordeeld naar het klo-gehalte. Bovendien is er voorzover mogelijk een vergelijking gemaakt tussen het klo-gehalte van de lessen in fase 1 met die in fase 2. We gaan na in hoeverre deze beoordelingen overeenkomen met de inschattingen die gemaakt zijn van de docenten in hoofdstuk 5.

Tabel 6.20 Vergelijking tussen docenten naar klo-gehalte op basis van interviews en observaties

klo-gehalte	vergelijking op grond van interviews	vergelijking op grond observaties	
fase		1	2
hoog	n2, n7, n8, n12 (score < 3)	n7, n8, n2	n3, n5, n9
middelmatig	n3, n1, n6 (score =3)	n5, n11, n3	n2, n4, n1, n6
laag	n4, n9, n10, n5, n11 (score >3)	n4, n10	n12, n8, n10

Bij 4 docenten komen de uitkomsten van beide vergelijkingen volledig overeen: n7 (hoog), n1, n6 (middelmatig) en n10 (laag). In 5 gevallen is er sprake van een gedeeltelijke overeenstemming: n2, n8 (hoog), n3 (middelmatig), n4 en n11 (laag). Wat betreft de overige 3 docenten (n12, n5 en n9) blijken de uitkomsten van de vergelijkingen niet overeen te komen. Waar de laatstgenoemde docenten op basis van de ene informatiebron betrekkelijk hoog of laag worden ingeschat op het klo-gehalte van hun natuurkunde-lessen, komen we op basis van de andere informatiebron tot tegengestelde conclusies.

Gebrek aan volledige overeenstemming is niet onverwacht. De observaties kunnen in sommige gevallen geleid hebben tot voorbarige conclusies. Immers, in de helft van de gevallen (6 docenten) zijn de observaties beperkt tot slechts één van beide fasen. Daarbij komt nog dat bij 2 docenten in een fase slechts één les is geobserveerd. De interviewgegevens boden daarentegen een meer complete en gevarieerde set van overwegend kwalitatieve data. Het probleem hierbij was om subjectiviteit zoveel mogelijk te vermijden en tot betrouwbare uitspraken te komen over het klo-gehalte van het natuurkunde-onderwijs. Een vergelijking met uitspraken op basis van de observatiegegevens, geeft een beperkt uitsluitsel. We kunnen zeggen dat met de triangulatie bij negen van de 12 docenten de tendens in dezelfde richting gaat voor wat betreft het klo-gehalte.

6.5 Conclusie

In het algemeen besteden de docenten in hun lessen de meeste tijd aan het (klassikaal) presenteren van leerstof en het geven van feedback/begeleiding. Andere docentactiviteiten zoals het definiëren van taakruimte, evaluatie en managementactiviteiten nemen gemiddeld genomen veel minder lestijd in beslag. Bij de leerlingen zien we dat hun leertijd voornamelijk verdeeld wordt over het volgen van docentinstruities en het zelfstandig werken. Of het presenteren van leerstof/het volgen van docentinstruities in de lessen de boventoon voert dan wel het geven feedback in combinatie met zelfstandig werken wisselt sterk per docent.

Lessen die verhoudingsgewijs gekenmerkt worden door veel individuele en groepsgewijze feedback /begeleiding en veel zelfstandig werken worden naar klo-maatstaven hoger gewaardeerd dan lessen waarin een klassikale leerstof-presentatie centraal staat. Uitgaande van deze kenmerken moeten we concluderen dat de meeste docenten er slechts in beperkte mate in geslaagd zijn om in hun lessen klo's te realiseren. Bovendien kon niet worden aangetoond dat er in fase 2 - ondanks het verzoek klo's te realiseren - in dat opzicht over de hele linie een duidelijke vooruitgang wordt geboekt.

Om tot waarderende uitspraken over de geobserveerde lessen te kunnen komen in termen van klo's, hebben we ons voornamelijk gebaseerd op de

hoeveelheid tijd die verhoudingsgewijs besteed is aan leerstofpresentatie en het geven van feedback. Leerstofpresentatie is geassocieerd met docentgecentreerd onderwijs, het geven van feedback met leerlinggecentreerd onderwijs. Hoe plausibel de genoemde reductie ook lijkt, de vraag blijft of deze aanpak in alle gevallen heeft geleid tot voldoende betrouwbare en valide uitspraken over het klo-gehalte van de geobserveerde lessen. In aansluiting op deze vraag gaan we in op de volgende 2 onderwerpen: het toegepaste observatie instrument i.c. de time sampling procedure (1) en de toepassing van relatieve maatstaven bij de beoordeling van het klo-gehalte van de geobserveerde lessen (2).

Het toegepaste observatie instrument

Het toegepaste observatie instrument is niet ontwikkeld om daarmee lessen langs een klo-meetlat te leggen. Het gaat uit van een reeks observabele docent- en leerlinggedragen. De ontwikkeling van een observatie instrument dat gebaseerd is op constructivistische uitgangspunten is dringend gewenst. Het instrument biedt via de time-sampling methode de mogelijkheid om het percentage lesstijd dat besteed wordt aan leerstofpresentatie, het geven van feedback e.d. vast te stellen. De wijze waarop en de volgorde waarin deze activiteiten worden uitgevoerd onttrekt zich echter aan de waarneming. Had de leerstofpresentatie de vorm van een langdurige monoloog of was deze presentatie probleemstellend, vragenderwijs opgebouwd? Had de leerstofpresentatie plaats als afgeronde fase of werd deze bij herhaling afgewisseld met andere activiteiten? Kortom, de ene leerstofpresentatie is de andere niet. Niettemin zijn we er noodgedwongen van uitgegaan dat leerstofpresentatie eenvormig heeft plaats gehad in een overwegend traditionele en klassikale setting en zodoende een negatieve indicator is voor het klo-gehalte van een les. Mogelijk heeft dit in een aantal gevallen geleid tot te negatieve interpretaties.

Ook de overige geobserveerde lesactiviteiten zijn opgevat alsof ze voor één uitleg vatbaar zijn. Zo wordt het geven van feedback uitgelegd als een activiteit van de docent, die leerlingen aanmoedigt en inspireert tot het vinden van oplossingen zonder het initiatief volledig naar zich toe te trekken. Feedback wordt bij deze uitleg dan ook gezien als positieve indicator van het klo-gehalte. We weten echter niet zeker of de waargenomen feedback tijdens de lessen ook in deze leerlinggecentreerde vorm heeft plaats gehad. Het is dan ook niet

uitgesloten dat het klo-gehalte op basis van de hoeveelheid feedback in een aantal gevallen wordt overschat.

Er zijn per minuut 6 gedragingen geregistreerd, 2 van de docent en 4 van de leerlingen. Voor de waarneming en registratie van één docent- of leerlingactiviteit was m.a.w. 10 seconden beschikbaar. Bij deze time-sampling procedure is de kans op betrouwbare gegevens het grootst voorzover het gaat om soorten waar te nemen gedragingen die elk in een niet te korte, aaneengesloten tijd plaats hebben. Bij snelle wisselingen van docent- en leerlinggedrag, kunnen activiteiten onopgemerkt blijven. Het is goed denkbaar dat een docentactiviteit als leerstofpresentatie in veel gevallen betrekkelijk veel tijd in beslag heeft genomen zonder noemenswaardige onderbrekingen, terwijl de overige activiteiten elkaar in korte sessies hebben afgewisseld. De consequentie hiervan zou kunnen zijn dat 'leerstofpresentatie' nauwkeuriger is geregistreerd dan (enkele van) de overige activiteiten, waardoor een enigszins vertekend beeld is ontstaan.

Daarbij komt nog dat vertekening kan zijn opgetreden in die gevallen waar om verschillende redenen (o.a. docent buiten leslokaal) enige tijd niet kon worden geobserveerd en scores noodgedwongen zijn opgenomen als 'missings'. Bij enkele lesobservaties is het percentage missings betrekkelijk groot (20 tot 30%). In dergelijke gevallen is de betrouwbaarheid van conclusies die verbonden worden aan de overige percentages op zijn minst twijfelachtig.

Dergelijke probleem zijn min of meer inherent aan de toegepaste time sampling procedure en kunnen tot op zekere hoogte worden opgelost door de inzet van meerdere observatoren die elk de observatie van één persoon (docent/leerling) voor hun rekening nemen. Voor deze oplossing, die overigens weer nieuwe problemen kan oproepen (o.a. storende invloed van meerdere observatoren op het lesverloop), ontbraken in dit onderzoek de benodigde middelen. Een meer structurele oplossing die veel van de boven-genoemde bezwaren ondervangt is de toepassing van een event-sampling procedure waarbij door middel van verbale protocollen de inhoud en de sequentie van gedragingen worden vastgelegd. Aangezien dit alternatief op haar beurt, met name bij de verwerking van de observatiegegevens, bijzonder veel werk met zich mee zou brengen, was het in dit onderzoek een weinig reële optie.

De toepassing van relatieve maatstaven

Voor het beantwoorden van de vraag of docenten in staat zijn in hun lessen klo's te realiseren ontbreken absolute maatstaven. We waren daardoor aangewezen op een onderlinge vergelijking tussen fasen en docenten. De uitspraken brengen ons dan ook niet verder dan: in de ene fase slagen de docenten er beter in dan in de andere, of de ene docent slaagt er beter in dan de andere.

De verwachting dat de lessen in de tweede fase meer klo-elementen zouden bevatten dan die in de tweede fase komt slechts ten dele uit. Hiervoor zijn tenminste twee verklaringen. 'Terugval' is geconstateerd bij o.a. docenten bij wie in de tweede fase slechts één theorieles is geobserveerd. Ze zijn daardoor in het nadeel in vergelijking met collega's, bij wie naast een theorieles ook een computerles is geobserveerd. Het feit dat fase 2 niet in alle gevallen een gunstiger beeld oplevert, kan daarnaast ook verklaard worden door de keuze van de onderwerpen. Er zijn docenten die voor hun leerlingen in fase 2 een te moeilijk onderwerp aan de orde hebben gesteld. Van de zelfstandige rol die leerlingen aanvankelijk kregen toebedeeld, kwam daardoor weinig terecht. Een meer realistische keuze van de onderwerpen had wellicht tot een geheel ander verloop van de lessen geleid.

Vergelijkingen tussen docenten zijn gemaakt op basis van de observatiegegevens en de interviewgegevens (zie hoofdstuk 5). Om validiteit (m.n. observaties) en de betrouwbaarheid (m.n. interviews) te kunnen testen, is nagegaan in hoeverre de uitkomsten van beide vergelijkingen overeenstemmen. De overeenstemming blijkt niet volledig. Eventuele twijfel aan de validiteit en/of betrouwbaarheid van de uitspraken op basis van de observaties en interviews kan daardoor niet (geheel) worden weggenomen. Wat blijft staan is de algemene conclusie uit de interviews dat het onderwijs van de meeste docenten een overwegend traditioneel beeld laat zien. De observatie-uitkomsten geven geen aanleiding om deze conclusie op losse schroeven te zetten.

Hoofdstuk 7

Eindconclusies en nabeschuwing

Aan het eind van zowel hoofdstuk 5 als hoofdstuk 6 is geconcludeerd dat de twaalf bij het onderzoek betrokken docenten krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen nog slechts ten dele realiseren. Omdat er geen sprake is van een representatieve steekproef (zie hoofdstuk 3) zijn uitspraken met betrekking tot de populatie van nederlandse natuurkunde-leraren als geheel niet mogelijk. Wel is er een verruimd inzicht op een ander punt. De casussen hebben de problematiek met betrekking tot het ontwerpen en realiseren van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen toegankelijker gemaakt. De diverse aspecten die aan klo's zijn ter onderscheiden hebben meer inhoud en vorm gekregen doordat de aanvankelijk eenzijdig theoretische benadering is aangevuld met ideeën en ervaringen uit de onderwijspraktijk. Op grond van de bevindingen is een analyse en verkenning op een aantal gronddimensies beter mogelijk. In dit slothoofdstuk wordt hierop nader ingegaan.

Een eerste vraag hierbij is wat met het begrip 'gronddimensie' binnen dit kader is bedoeld. Het gaat om vraagstukken die inherent zijn aan het verschijnsel klo op zich en waarmee leraren bij het ontwerpen en realiseren altijd te maken krijgen. In theorie zijn vele gronddimensies denkbaar. De hieronder te bespreken dimensies zijn gekozen op grond van de bevindingen binnen de casussen en de observaties. Ze zijn derhalve gebonden aan de context waarbinnen ze herkenbaar zijn, maar verwijzen tegelijkertijd naar meer algemene problemen die de gebondenheid aan een specifieke situatie overstijgen. Langs deze weg is een bezinning op de problematiek die samenhangt met het ontwerpen en realiseren van klo's in meer generaliserende zin mogelijk en zijn op grond daarvan antwoorden te formuleren op de in 3.2 geformuleerde onderzoeksvragen.

Als vorm van onderwijsvernieuwing confronteert een krachtige, computer ondersteunde leeromgeving de leraar altijd met minstens de volgende gronddimensies:

- de verschillende rolpatronen van de docent
- het sturen c.q. begeleiden van leerlingactiviteiten die meer divers zijn dan voorheen
- andere opvattingen hoe leerprocessen verlopen en daarmee samenhangend de vraag wat leerlingen wel en niet aankunnen
- de spanning tussen enerzijds de ervaringen van de leerlingen in hun leefwereld en anderzijds de eisen die het verkrijgen van inzichten in de vakinhoud op zich stelt
- de inpassing van het relatief nieuwe leermiddel computer en de daarvoor ontwikkelde software
- de schoolcontext.

Het trekken van lijnen vanuit de dimensies naar voorvallen en situaties, zoals beschreven in de casussen, is in de meeste gevallen voor de hand liggend. In het vervolg komen hiervan nog diverse voorbeelden aan de orde. Om misverstanden te voorkomen is het belangrijk op te merken dat het geenszins de bedoeling is alle of zoveel mogelijk dimensies te behandelen. Behalve op grond van een terugblik op de casussen is er een keuze gemaakt in relatie met de beantwoording van de algemene vraagstellingen en de theoretische ideeën die eerder aan de orde zijn geweest. Voor een goed begrip van de dimensies is een theoretische inkadering onmisbaar. Een koppeling van empirische ervaringen aan theoretische noties kan leiden tot verdiepte inzichten. Bovendien wordt de problematiek geplaatst binnen een weider perspectief.

Rolpatronen van de docent

In een aantal casussen is gebleken hoezeer docenten vastzitten aan rolpatronen die overwegend vanuit de traditie zijn gevormd. Hiertoe behoort een centrale rol met betrekking tot de overdracht van leerinhouden en de verantwoording voor de controle op een correcte overname door de leerling. In de didactische literatuur (Boekaerts en Simons, 1993) is sprake van leraargecentreerd onderwijs tegenover onderwijs waarbij leerlingen een meer actieve rol spelen. Een inleiding in het vakmatige denken, i.c. de natuurkunde, vormt het hoofddoel. Ervaringen en kennis van leerlingen zijn daaraan ondergeschikt. Docenten maken er gebruik van om natuurkundige inzichten in te leiden of aan de hand van voorbeelden te illustreren. Het vakmatige denken schept de behoefte aan betrouwbare informatiebronnen. De methode vervult daarbij een hoofdrol. Het strikt volgen is meestal het gevolg. Het is een

garantie voor een volledige en correcte behandeling van de leerinhoud en bezorgt de leerling houvast en zekerheid ten aanzien van (examen)eisen.

De voorgaande analyse maakt inzichtelijk dat de keuze voor een bepaald rolpatroon en diverse aspecten van het onderwijsleerproces, zoals de tijd besteed aan instructie, de controle van leerlingactiviteiten, de toegestane vrijheid voor de leerling en het methodegebruik, elkaar wederzijds beïnvloeden. In die zin vormt het rolpatroon een basaal begrip aan de hand waarvan bepaald leraargedrag binnen de casussen, maar ook in het algemeen, is te verhelderen. De keuze voor een bepaald rolpatroon geschiedt bij de meeste leraren onbewust. Onderwijservaringen in de meest ruime zin, ook van vroeger als leerling op de schoolbanken, werken er in door. Kenmerken van de leraar als persoon die zich tijdens het lesgeven onder andere vertalen in een bepaalde onderwijsstijl hebben invloed. Een rolpatroon is als een voor de leraar meestal vanzelfsprekende en aan de persoon gekoppelde opstelling moeilijk te veranderen. Nochtans zijn voor het realiseren van klo's veranderingen wenselijk, zo niet noodzakelijk.

Binnen klo's komt informatie niet alleen via de leraar binnen. Het is juist de bedoeling dat de leeromgeving de leerling aanzet om zelf op onderzoek uit te gaan, hierbij voortbouwend op buitenschoolse ervaringen. Zoals verderop nog zal worden toegelicht, liggen veranderende opvattingen hoe leerprocessen (dienen) te verlopen aan dit streven ten grondslag. De leerlingen doen niet meer alleen wat de leraar van hen vraagt. Hun inbreng is onmisbaar voor de voortgang. Uit diverse casussen blijkt dat juist op dit punt bij leraren twijfels rijzen. De vraag is in hoeverre leerlingen daartoe in staat zijn. Bovendien is niet duidelijk hoe gebrekkige, onvolledige en in wetenschappelijk, natuurkundig opzicht vaak "foutieve" kennis van leerlingen is te gebruiken bij het aanleren van natuurkundig juiste inzichten. In de ogen van menig leraar zijn ervaringskennis en wetenschappelijke kennis niet met elkaar te verenigen. Een bij het lesgeven terugtrekken binnen de grenzen van het wetenschappelijk domein is een voor de hand liggende oplossing van het probleem. Wanneer leerlingen echter zelf op onderzoek uit moeten gaan en een verscheidenheid van informatiebronnen wordt benut, dan is het binnendringen van ervaringskennis in het didactische proces onvermijdelijk. Bovendien verliest de leraar voor een groot deel de inhoudelijke controle op het leerproces van de leerling. Een innerlijk conflict met het (onbewust) gekozen rolpatroon is niet zelden het gevolg.

Docent n2 spreekt over natuurkunde als interpretatieve wetenschap. Natuurkundig denken impliceert een bepaalde benadering van de werkelijkheid die voortdurend evolueert. In hun denken hanteren leerlingen andere modellen en uitgangspunten. Het gaat er om dat ze de betekenis en meerwaarde van een natuurwetenschappelijke benadering inzien en leren hanteren, echter niet louter als gegeven op zich maar in vergelijking met andere benaderingswijzen die binnen bepaalde contexten evenzeer een betekenis hebben. Binnen de klo-didactiek blijft het verwerven van correcte natuurkundige inzichten onverminderd een doel, al is de betekenis ervan meer gerelativeerd. Vanuit een dergelijke opvatting krijgt ook de overdracht van kennis als aspect van een rolpatroon een andere inhoud. Het gaat niet meer zozeer om het overdragen van een afgerond in de methode samengevat leerstofgeheel, maar meer om een inleiden in een bepaalde wijze van denken. Het gaat met andere woorden in eerste instantie om het begeleiden van ontwikkelingsprocessen bij leerlingen en minder om een correcte aanvulling van een kennistekort.

Leerlingactiviteiten

Binnen klo's krijgen niet alleen leraren een andere rol. Ook de verwachtingen ten aanzien van de leerlingen zijn veranderd. Leerlingen zijn op verschillende wijzen actief. Het gaat niet alleen meer om het zich eigen maken wat de leraar heeft uitgelegd en het uitvoeren van de opgegeven taken. Uiteraard blijven dergelijke activiteiten nog voorkomen. Ze vormen echter zeker niet meer de hoofdmoot. Belangrijker is het op eigen initiatief op zoek gaan naar en uitwisselen van nieuwe informatie; het vinden en hanteren van informatiebronnen; het wegen van de betekenis van bepaalde informatie. Vooral het laatste is een activiteit die slechts binnen samenwerkingsverbanden tot volle ontplooiing kunnen komen. Onderling overleg, het luisteren naar de mening van een ander, het helder verwoorden van een eigen mening, het trekken van conclusies op grond van gegevens en het waar mogelijk inschakelen van de computer zijn even zoveel voorbeelden van leerlingactiviteiten binnen klo's die in de traditionele school niet of nauwelijks voorkomen.

In de casussen komen activiteiten voor, zoals hiervoor bedoeld. Ze zijn per casus steeds opgenomen onder het kopje 'klo-kenmerken'. Het geheel overziende geeft aanleiding tot het maken van de volgende opmerkingen. Veel activiteiten, zoals activerende werkvormen (n4), het zelf bepalen van een tijdsindeling (n7) en zelf ontdekkend leren (n8) gaan weliswaar in de goede

richting, maar hebben nog zeker niet de gewenste vorm en invulling bereikt. Daarvoor zijn ze ofwel te fragmentarisch ofwel te zeer gekoppeld aan het traditionele patroon van kennisoverdracht. Het volle scala van gewenste leerlingactiviteiten wordt in geen enkele casus gerealiseerd. Vooral het samenwerken en het leveren van inhoudelijke bijdragen op eigen initiatief van de leerling zijn nog onderbedeeld.

Het oproepen van een diversiteit aan leerlingactiviteiten is alleen onder bepaalde voorwaarden mogelijk. De omgeving moet zo ingericht zijn dat informatiebronnen en hulpmiddelen toegankelijk zijn en leerlingen zich individueel of in groepsverband kunnen terugtrekken voor het uitvoeren van taken. Uit de casussen is gebleken dat een dergelijke inrichting van lesruimten op veel scholen nog te wensen overlaat. Bij een gevarieerd aanbod van leerlingactiviteiten krijgen de managementtaken van de leraar een aanzienlijke uitbreiding en zeker ook een andere invulling. Aan de hiermee samenhangende taakverzwaring van de docent wordt vaak te licht voorbijgegaan. De opmerkingen van docenten over niet adequate ondersteuning zijn vanuit dit gezichtspunt begrijpelijk. Aan de leerlingen worden andere eisen gesteld. Het is hun niet altijd duidelijk wat wordt verwacht, zeker niet wanneer ze nog denken en handelen vanuit een overwegend volgende leerhouding. Veel activiteiten, zoals luisteren, discussiëren en schriftelijke verslaglegging vragen om oefening en gerichte begeleiding. In de traditionele school is hieraan weinig aandacht besteed.

Uit de observaties (hoofdstuk 6) is gebleken dat de tijd voor instructie door de leraar en de tijd voor zelfstandig werken door de leerling negatief met elkaar correleren. Hoe meer instructietijd hoe minder tijd voor zelfstandige leerlingactiviteiten en omgekeerd. De relatie met een door een docent gehanteerd rolpatroon is duidelijk. Het eenzijdig vasthouden aan de traditionele taken van de leraar wat betreft het overdragen van leerinhouden staat het creëren van mogelijkheden voor leerlingactiviteiten in de weg.

Verloop van leerprocessen

In 5.6 is gebleken dat de docenten over het algemeen redelijk goed op de hoogte zijn van constructivistische kernbegrippen. Ze staan er zeker niet negatief tegenover en denken dat hun handelen er mee in overeenstemming is. Nochtans blijkt zowel uit de casestudies als de observaties dat klo's nog slechts ten dele worden gerealiseerd. Blijkbaar zijn het kennis hebben van en

een positieve houding op zich nog onvoldoende voorwaarden. Dit gegeven behoeft niet te verbazen, immers de invloed van veranderende rolpatronen van zowel docenten als leerlingen is bekend. Toch is hiermee de discrepantie tussen kennis en realisatie nog slechts ten dele verklaard. Het vermoeden bestaat dat de consequenties van een constructivistische opvatting voor de aanpak binnen het didactische proces nog onvoldoende worden doorzien.

Binnen het constructivisme wordt leren opgevat als een actief proces binnen de leerling. Een actief proces houdt in dat de leerling op grond van reeds aanwezige kennis een nieuw, persoonlijk gekleurd kennisbestand opbouwt en in stand houdt. Een begrip als ontdekkend leren krijgt binnen dit kader een andere inhoud. Betekende het vroeger het ontdekken van een verband tussen twee verschijnselen in de werkelijkheid buiten de persoon, binnen het constructivisme gaat het om het ontdekken van (mogelijke) relaties binnen het persoonlijke kennisdomein. Ook behoeft het persoonlijk denken voortdurend aanvulling en correctie door uitwisseling van gedachten en ideeën met anderen.

Een consequentie van een dergelijke opvatting voor het onderwijsleerproces is onder ander de volgende. Exploreren van kennisinhouden en er samen over communiceren zijn geen randverschijnselen of eventuele welkome aanvullingen of afwisselingen, het zijn kernverschijnselen die onmisbaar zijn voor een adequaat leerproces, hieraan inhoud en vorm geven en het verloop er van bepalen. Gezien vanuit deze opvatting vormen de leerlingactiviteiten waarover is gesproken, het voornaamste onderdeel van het onderwijsleerproces en wel deste meer naarmate leerlingen beter tot een zelfstandige kennisproductie in staat zijn. Kennisoverdracht waarbij de leraar streeft naar een correcte overdracht van vaststaande leerinhouden, wringt met constructivistische ideeën. Nieuwe kennis op zich is een 'Fremdkörper'. Kennisoverdracht is in het beste geval de helft van het proces. Een persoonlijke verwerking en integratie moet daarna tot stand komen wil van een zinvol leereffect sprake zijn. Verwerking en integratie worden bevorderd door leerlingen op verschillende wijzen met leerinhouden bezig te laten zijn. De verscheidenheid aan leerlingactiviteiten binnen klo's krijgen hiermee een specifieke betekenis. Het consequent toepassen van constructivistische ideeën leidt tot radicale veranderingen in de inrichting en uitvoering van onderwijsleerprocessen.

Bij de casussen is niet gebleken dat de leraren zich van deze consequenties volledig bewust zijn. De meeste gesignaleerde klo-kenmerken zijn eerder te

begrijpen als verbeteringen (c.q. aanvullingen) van een bestaand onderwijspatroon dan als het omgooien van het roer op grond van een nieuw te volgen koers. Basiskennis is aanwezig in de zin van gehoord hebben van, echter niet als leidinggevend principe. Het zal duidelijk zijn dat het realiseren van veranderingen in dit opzicht tijd vraagt voor bezinning op de uitgangspunten en doelstellingen van het onderwijs, het oefenen van nieuwe vaardigheden en het uitproberen van van het gangbare patroon afwijkende onderwijsvormen. Volgens constructivistische opvattingen is kennis nooit absoluut, maar altijd ingekaderd binnen en daardoor afhankelijk van een bepaalde benaderingswijze op grond van tevoren bewust of onbewust gekozen uitgangspunten. Dit gegeven geldt voor zowel kennis binnen de leefwereld als binnen de wetenschap. Weten op zich is niet meer voldoende, het gaat om kennis binnen een interpretatiekader of model. De leerling moet ontdekken dat het kiezen van een ander model tot afwijkende inzichten kan leiden. Het ideaal is het exploreren van diverse vormen van kennisverwerving. Hiermee wordt de opdracht van de school bepaald niet eenvoudiger. Het is de vraag in hoeverre de gemiddelde leerling in staat is een dergelijk hooggestemd ideaal te benaderen, laat staan te realiseren. In de casussen heeft een aantal docenten de hier bedoelde problematiek intuïtief aanvoeld. Ze merken op dat jongere leerlingen of ook havo-leerlingen niet in staat zijn problemen vanuit diverse modellen te benaderen. Het is de vraag of hier een nog onvoldoende uitgekende didactiek dan wel barrières binnen intellectuele vermogens van leerlingen de hoofdrol spelen. Duidelijks is dat hier een terrein ligt voor onderwijsleerpsychologische exploratie.

Ervaringskennis versus wetenschappelijke kennis

Opmerkelijk is dat een aantal docenten ervaringskennis van leerlingen bij het lesgeven in natuurkunde niet willen integreren. Dat is ook het geval bij docent n12, die voor het overige wel in sterke mate denkt en handelt in de richting van eisen die een klo stelt. De reden is meestal vrees voor misverstanden. Ook klinkt in een aantal gevallen de zorg door het vak natuurkunde voor de leerlingen niet moeilijker te maken dan het al is. In beide gevallen wordt de natuurkunde opgevat als een wijze van denken met een eigen wetenschappelijke systematiek die onverenigbaar is met het denken binnen de context van alledag. Zoals al eerder vermeld, maken docenten wel gebruik

van ervaringskennis bij het introduceren van nieuwe onderwerpen of het geven van illustratieve voorbeelden.

Als een leerling een persoonlijk kennisbestand opbouwt, dan is het vertrekken vanuit persoonlijke ervaringen niet een mogelijke optie maar een eerste noodzakelijke stap. Ook als een docent de natuurkunde behandelt als een gesloten, op zichzelf staand systeem, dan zal een leerling op bepaalde momenten toch terugvallen op ervaringskennis. Bij een strikte scheiding tussen wetenschap en ervaring gebeurt een dergelijke terugval ongecontroleerd. Juist dan behoren misverstanden en misconcepties tot de reële mogelijkheden. Alleen de begaafde leerling is in staat zich te corrigeren, omdat hij de abstracte wijze van denken binnen de wetenschap met relatief weinig inspanning kan volgen.

In een didactiek volgens constructivistische opvattingen vormen persoonlijke ervaringen het uitgangspunt. Voortgang in het leerproces wordt verkregen door reflectie op dergelijke ervaringen, door ze bij te stellen in contact met anderen en door ze te vervangen omdat andere ideeën meer mogelijkheden bieden. Uiteindelijk moet de leerling langs deze weg doordringen tot het natuurkundige denken als een systeem dat het geven van verklaringen mogelijk maakt die ook door andere natuurkundigen worden erkend. Een systematische wijze van denken die echter ook zijn beperkingen heeft, omdat vertrokken is vanuit bepaalde vóóronderstellingen en modellen. Het natuurkundig denken vormt in deze opvatting geen beginpunt van een onderwijsleerproces maar het eindpunt. Een eindpunt dat niet door alle leerlingen tot op dezelfde hoogte zal worden bereikt. Echter, wat er ook geleerd is, het zal voor de leerling altijd een zinnige betekenis hebben, hetgeen in het bestaande onderwijs zeker niet altijd het geval is.

Leerlingdifferentiatie, ook binnen klasverband, is een logisch vervolg op onderwijs dat vertrekt vanuit constructivistische opvattingen. In de casussen komt differentiatie nauwelijks voor. De leerplandruk is groot en zoveel mogelijk leerlingen moeten het eindexamen halen. Binnen een dergelijke context is leerlinggericht onderwijs moeilijk te realiseren. Het vraagt veel tijd en is te ongewis wat betreft de afloop voor de individuele leerling.

Inpassing computer

IP-Coach 4 is vooral een meet- en presentatieprogramma met weinig of geen didactische hulp ingebouwd. Daardoor moet de docent veel voorbereidend

werk doen en ook tijdens het gebruik van het programma mondeling en of schriftelijk de activiteiten van de leerlingen begeleiden. Zelfontdekkend leren met IP-Coach is daarom moeilijk te implementeren.

Schoolcontext

De beschikbaarheid van voldoende apparatuur en software met adequate personele ondersteuning blijkt een zeer belangrijke voorwaarde voor het gebruik van de computer bij de natuurkundeles.

Eindconclusies

De eerste van de in 3.2 geformuleerde onderzoeksvragen heeft betrekking op de kenmerken en realisatie van krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen bij het vak natuurkunde. In de volgende drie vragen komen wat betreft klo's respectievelijk aan de orde: het ontwerpen, de functie van basiskennis en de grenzen waarop docenten stoten. Op grond van het empirische onderzoek en de verrichte analyses daarna zijn de volgende antwoorden op de vragen in de vorm van eindconclusies te formuleren.

Zowel in hoofdstuk 5 als in hoofdstuk 6 is vastgesteld dat de twaalf bij het onderzoek betrokken leraren krachtige, computer ondersteunde leeromgevingen nog slechts ten dele hebben gerealiseerd. Door de analyse aan de hand van de gronddimensies in hun onderlinge samenhang zijn de achtergronden van dit gegeven verhelderd. Enerzijds is gebleken dat een volledige realisatie volgens constructivistische ideeën en het inpassen van de computer als leermiddel vergaande veranderingen in het onderwijsleerproces tot gevolg heeft. Anderzijds stoten leraren op barrières, zowel bij zichzelf als bij de leerlingen en in de schoolcontext. De twaalf docenten hadden alle een meer dan gemiddelde computerervaring en waren via de her- en bijscholing betrokken bij onderwijsvernieuwingen. Als onder dergelijke gunstige condities een realisatie slechts ten dele slaagt, is het dan gewaagd om te veronderstellen dat de realisatie bij de gemiddelde nederlandse natuurkunde-docent zeker niet vollediger zal gerealiseerd zijn? De naar gronddimensies gelede achtergrondstructuur en de daarmee samenhangende problematiek blijft immers dezelfde. Het ontwerpen van klo's is voor docenten een moeilijke en tijdrovende zaak. Er zijn docenten die ten behoeve van het onderzoek tientallen uren aan de ontwikkeling van de gevraagde lessenseries hebben besteed en die op vak-

conferenties over hun ontwikkelwerk in het kader van dit project presentaties hebben gehouden.

Het ontwerpproces is gericht op onderwijsleersituaties die van het gangbare patroon afwijken en zijn gebaseerd op diep ingrijpende grondideeën. In bepaalde opzichten komt het eigen functioneren van de docent ter discussie, hetgeen vooral manifest wordt bij het kiezen van een ander rolpatroon. Gebleken is dat het laatste geen vrijblijvende zaak betreft. Het ontwerpproces is complexer geworden omdat meer aspecten van onderwijsleerprocessen om aandacht vragen, zoals een adequaat verloop voorbereiden van een grote diversiteit aan leerlingactiviteiten en het inrichten van (computer)lokalen. Ook de nabewerking vraagt om meer tijd, al is het alleen al vanwege de noodzaak de vorderingen per leerling vast te leggen. Bij het ontwerpen hoort ook het inschatten welke richting het onderwijsleerproces zal uitgaan. In de traditionele school is de voortgang vrij nauwkeurig uit te lijnen aan de hand van de onderwerpen die in de methode aan de orde komen. Bij een grotere inbreng van de leerlingen is het verloop veel meer ongewis. Door de noodzaak mogelijke ontwikkelingen tevoren in te schatten, is het ontwerpproces niet alleen complexer en moeilijker geworden, het is ook voor een deel van aard veranderd.

Gebleken is dat het hebben van basiskennis op zich een niet voldoende voorwaarde is voor het ontwerpen en realiseren van klo's. Wil basiskennis een functie hebben, dan moet aan minstens twee voorwaarden zijn voldaan: begrippen moeten naar hun volle betekenis worden uitgediept en geanalyseerd naar praktische consequenties; (nieuwe) vaardigheden die met de basiskennis samenhangen vragen om een systematisch oefening. Het laatste is vooral nodig, omdat gebleken is dat bepaalde consequenties kunnen leiden tot innerlijke conflicten bij de docent.

Aan het eind van hoofdstuk 5 is opgemerkt dat de grenzen waarop docenten stoten liggen in de docent zelf, de leerlingen en schoolcontext. De analyse aan de hand van de gronddimensies heeft verhelderd, hoe factoren van verschillende herkomst met elkaar samenhangen en elkaar wederzijds beïnvloeden. Daardoor zijn de grenzen grillig, niet altijd onmiddellijk herkenbaar en vaak ook emotioneel geladen omdat de ervaring en persoonlijke opvattingen van de docent steeds ook mede in het geding zijn.

Literatuur

- An Excursion Into Interface Program Coach* (1992). Amsterdam: CMA Foundation.
- Beurs, Cor de & Maarten Krol (1991), Hypothesetoetsing met behulp van numerieke modellen. *NVON Maandblad*, 16, 10, p. 444-447.
- Boekaerts, M., & Simons, RR.J. (1993). *Leren en instructie. Psychologie van de leerling en het leerproces*. Assen: Dekker & van de Vegt.
- Bronsveld, Johan (1990), Van DSM naar NEMO. *NVON Maandblad*, 15, 8, p. 318-319.
- Brown, J.S, Collins, A., & Duguid, R (1989a). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992b). The Jasper Series as an Example of Anchored Instruction: Theory, Program Description, and Assessment Data. *Educational Psychologist*, 27 (3), 291-315.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991b). Some Thoughts About Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31 (9), 16-18.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992a). The Jasper Experiment: An Exploration of Issues in Learning and Instructional Design. *Educational Technology Research and Development*, 40 (1), 65-80.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993b). Anchored Instruction and Situated Cognition Revisited. *Educational Technology*, 33 (3), 52-70.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored Instruction and Its Relationship to Situated Cognition. *Educational Researcher*, 19 (6), 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993), *Designing Learning Environments That Support Thinking: The Jasper Series as a Case Study*. In: Duffy, Th.M., Lowyck, J., Jonassen, D.H. (eds.) *Designing Environments for Constructive Learning*, NATO ASI Series, Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 96, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993, blz. 9-36.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991a). Technology and the Design of Generative Learning Environments. *Educational Technology*, 31 (5), 34-40.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993a). *Designing Learning Environments That Support Thinking: The Jasper Series as a Case Study*. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 9-36). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: L.B. Resnick (Ed.),

- Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A. (1989), *Cognitive apprenticeship and Instructional Technology*. Illinois: Center for the Study of Reading.
- Cox, M., V. Rhodes & J. Hall (1988), The use of computer assisted learning in primary schools: Some factors affecting the uptake. *Computers and Education*, 12, 1, p. 173-178.
- DeCorte, E. (1990). Ontwerpen van krachtige leeromgevingen. In: M.J. Ippel, & J.J. Elshout (Red.), *Training van hogere-orde denkprocessen* (pp. 133-147). Bijdragen aan de onderwijsresearch, nr. 32. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- DeCorte, E. (1990), Learning with new information technologies in schools: perspectives from the psychology of learning and instruction. *Journal of Computer Assisted Learning*, 6, p. 69-87.
- Duffy, Th.M., Jonassen, D.H. (eds.) (1992), *Constructivism and the Technology of Instruction: A conversation*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 1992.
- Erkens, G., & Andriessen, J.E.B. (1994). Cooperation in Problem-solving and Educational Computer Programs. *Computers in Human Behavior* 10, 107-125.
- Hul, Fred van 't, Fred Kulik & Albert Moes (1989), DMS in de klas. *NVON Maandblad*, 14, 8, p. 360-363.
- Hul, F.E. van 't, W.R. van Joolingen & P.L. Lijnse (1988), Is er ook goede software voor het natuurkunde onderwijs? *NVON Maandblad*, 13, 7, p. 226-269.
- Jonassen, D.H. (1991a). Evaluating Constructivistic Learning. *Educational Technology*, 31 (9), 28-33.
- Jonassen, D.H. (1991b). Objectivism versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39 (3), 5-14.
- Jong, F.P.C.M. de (1992), *Zelfstandig leren. Regulatie van het leerproces en leren reguleren: een procesbenadering*. Academisch Proefschrift Katholieke Universiteit Brabant. Tilburg.
- Kanselaar, G., Tombe, D.J., de, (1991), *Courseware Evaluatie: Een instrument ter beoordeling van de onderwijskundige en algemeen didactische aspecten van programma's voor computer ondersteunend onderwijs*, Academisch Boeken Centrum, ABC, de Lier, 1991.
- Kanselaar, G. & Erkens, G. (1994) Learning: from Interactivity to Cooperation. In: S. Vosniadou, E. DeCorte, R. Glaser & H. Mandl (eds.) *Proceedings of Nato Advanced Study Institute on Psychological and Educational Foundations of Technology-Based Learning Environments*, July 26 - August 3, 1992. pp. 10

- Kanselaar, G. (1989) *Leren en Onderwijzen in Context*. Oratie gehouden op 13 oktober 1989 te Utrecht. Uitgave ISOR, Utrecht.
- Kanselaar, G., P. Vossen, R. van de Perel, F. Havekes, F. Stevens. (1986). Courseware nader bekeken. Eindrapport van het SVO-project "Voorwaarden voor courseware gebruik". Den Haag, SVO, Selectareeks, 313 pp.
- Kanselaar, G. & Erkens, G. (1996) Interactivity in Cooperative Problem Solving with Computers. In: S. Vosniadou, E. DeCorte, R. Glaser & H. Mandl (eds.) *International Perspectives on the design of Technology Supported Learning Environments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass., Inc pag. 185 - 202.
- Kanselaar, G., Andriessen, J.E.B., Barnard, Y.F. & Erkens, G. (1989) Some issues on the construction of cooperative ITS. In: J. Pieters (Ed.): *Instructional Aspects of Intelligent Tutoring Systems*, Enschede, OTG-Onderwijsleerprocessen, UT-Twente. Pp. 45-66.
- Keursten, P. (1992), *Courseware-ontwerp vanuit curriculum- en implementatieperspectief*. Enschede: UT, TO.
- Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61 (2), 179-211.
- Lagerweij, N.A.J., Kanselaar, G., Kok, W.A.M., Veen, J.M. van der, & Wessum, L. van (1992). *School en nieuwe media*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (1992). *Eindverslag beleid nieuwe media in het Nederlandse Onderwijs 1987-1991*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.
- Mooldijk, A. (1992), De computer in de natuurkundeles. *COS*, 4, 8, p. 4-7.
- Moonen, J., & Collis, B. (1991). *Multimedia in het onderwijs: een verkenning*. Enschede: Faculteit Toegepaste Onderwijskunde, Vakgroep Instrumentatietechnologie, Universiteit Twente.
- NICL-Overzichten* (1991). Leermiddelen BaO/VO, Educatieve Software. Enschede: NICL.
- Ogborn, J. (1985), Modelling with the dynamic modelling system. In: P.L. Lijnse (ed.) *The many faces of teaching and learning mechanics*, GIREP conference on physics education. Utrecht: WCC.
- Salomon, G. (1992), New Challenges for Educational Research: studying the individual within learning environments. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 36, 3, p. 167-182.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1996). Adaptation and Understanding. In S. Vosniadou, E. DeCorte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International Perspectives on the design of Technology-Supported Learning Environments* (pp. 149-183). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Simons, P.R.J. (1995). Leerlingkenmerken. In: J. Lowyck, & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals* (pp. 15-40). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Spiro, R.J., Feltovitch, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Educational Technology*, 31, (5), 24-33.
- Valk, A.E. van der (1992), *Ontwikkeling in Energieonderwijs. Een onderzoek naar begripsontwikkeling bij VWO-leerlingen in realiteitsgericht natuurkundeonderwijs*. Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht. Utrecht: CDB Press.
- Veenman, S., Lem, P., Voeten, M., Winkelmolen, G., & Lassche, H. (1986). *Onderwijs in combinatieklassen*. 's-Gravenhage: Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs SVO.
- Vermunt, J.D.H.M. (1992), *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs: Naar procesgerichte instructie in zelfstandig denken*. Proefschrift Tilburg. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger B.V.

Lijst met Tabellen

Tabel 3.1 Opzet onderzoek	21
Tabel 3.2 Typen van scholen, klassen en onderwerpen	24
Tabel 5.1 Het aantal docenten per schooltype	37
Tabel 5.2 Verdeling lessen over docenten	38
Tabel 5.3 Verwerking interviewgegevens	41
Tabel 5.4 Hoofdcategorieën klo-kenmerken	44
Tabel 5.5 Plaatsing twaalf docenten	81
Tabel 5.6 Bekendheid met constructivistische termen	85
Tabel 5.7 Bekendheid met constructivistische termen	86
Tabel 5.8 Bekendheid met constructivistische termen	86
Tabel 6.1 Observatiecategorïeën	98
Tabel 6.2 Het aantal geobserveerde lessen per docent	100
Tabel 6.3.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n2)	103
Tabel 6.3.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n2)	104
Tabel 6.4a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n4)	105
Tabel 6.4.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n4)	106
Tabel 6.5.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n7) ...	108
Tabel 6.5.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n7) .	108
Tabel 6.6.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n3)	109
Tabel 6.6.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n3)	110
Tabel 6.7a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n8)	112
Tabel 6.7.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n8)	113
Tabel 6.8.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n9) ..	114
Tabel 6.8.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n9) .	115

Tabel 6.9.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n10)	115
Tabel 6.9.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n10)	116
Tabel 6.10.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n1) ..	118
Tabel 6.10.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n1)	119
Tabel 6.11.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (doc n5)	119
Tabel 6.11.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 en 2 (n5)	120
Tabel 6.12.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n6) ..	122
Tabel 6.12.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n6)	122
Tabel 6.13.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n11)	123
Tabel 6.13.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 1 (doc n11)	124
Tabel 6.14.a Docentactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n12)	124
Tabel 6.14.b Leerlingactiviteiten in % bestede lestijd in fase 2 (doc n12)	125
Tabel 6.15 Rangorden van docenten (n=8) naar percentage bestede lestijd in fase 1	127
Tabel 6.16 Samenhang tussen rangorden van docenten naar lesactiviteit in fase 1 (rs)	127
Tabel 6.17 Rangorden van docenten (n=10) naar percentage bestede lestijd in fase 2	128
Tabel 6.18 Samenhang tussen rangorden van docenten naar lesactiviteit in fase 2 (rs)	129
Tabel 6.19 Rangorden van docenten (n=10) naar percentage bestede lestijd 'leerstofpresentatie' en 'feedback' per fase	130
Tabel 6.20 Vergelijking tussen docenten naar klo-gehalte op basis van interviews en observaties	132

Bijlage 1: Interview docenten: fase 1

Interview
in het kader van het onderzoek fase 1
'Kenmerken van een krachtige leeromgevingen'.

Afgenomen tussen het voorbereiden en geven van de eerste lessenserie.

Vragen over de beginsituatie van de docent.

1. Hoeveel jaar geeft u les?
2. Op welke wijze heeft u uw bevoegdheid gehaald, oftewel welke opleiding heeft u gehad? (*Univ. 1ste graads, HBO 2de graads, aanvullend 1ste graads, 2de graads, MOA, MOB, facilitair, niet*)
3. Heeft u na het halen van uw bevoegdheid nog nascholing of bij scholing gehad op het gebied van (natuurkunde)didactiek?
4. Hoe lang geeft u les op deze school?
5. Zijn er binnen de sectie afspraken over de stof die in een bepaald leerjaar behandeld wordt?
Zo ja,
 6. Welke vorm hebben die afspraken?
Vraag expliciet naar afspraken over practica en het gebruik van computerprogramma's en aanschaf van materialen als die niet worden genoemd.
7. Welke lesmethode gebruikt u in de klas waarmee u meedoet aan ons onderzoek?
8. Hoe vaak maakt u zelf lesmateriaal (uitgezonderd toetsen)?
Als er wel eens zelf materiaal gemaakt wordt
 9. Waarvoor wordt dat materiaal gebruikt? (*practicumopdracht / huiswerkopgaven / extra theorie en voor individueel werk/groepswork*)

10. Heeft u NEMO wel eens in de klas gebruikt?
Zo ja,
11. Hoeveel jaar?
12. Kunt u een schatting geven van het totaal aantal lessen waarbij u NEMO het vorige jaar heeft gebruikt?
Dus niet alleen in de klas waar de lessenserie voor dit onderzoek wordt gegeven.
13. Heeft u IP-COACH wel eens in de klas gebruikt?
Zo ja,
14. Hoeveel jaar?
15. Kunt u een schatting geven van het totaal aantal lessen waarbij u IP-COACH het vorige jaar heeft gebruikt?
Dus niet alleen in de klas waar de lessenserie voor dit onderzoek wordt gegeven.
16. Heeft u een georganiseerde nascholing gehad in verband met IP-COACH, NEMO, computergebruik of computers in het algemeen?
Zo ja,
17. Waar? (*cursus / conferentie*)
18. Gebruikt u andere computerprogramma's dan IP-COACH en NEMO bij uw natuurkundelessen?
Zo ja,
19. Welke?
20. Welke functie hebben deze programma's?
21. Hoe vaak worden ze gebruikt?
22. Hoeveel interfacekaarten zijn er op uw school aanwezig, uitgesplitst naar UIA en UIB kaarten?
23. Zijn de volgende sensoren aanwezig?

Indien een aantal genoemd wordt, graag noteren. Als er geen aantallen genoemd worden, hoeft niet naar aantallen gevraagd te worden.

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Draaihoeksensor | <input type="checkbox"/> Barosensor (< 1100 mbar) | <input type="checkbox"/> Geiger Müller sensor |
| <input type="checkbox"/> Geluidssensor | <input type="checkbox"/> Temperatuursensor (tot 110°C) | <input type="checkbox"/> Lichtsensor |
| <input type="checkbox"/> Reedcontactsensor | <input type="checkbox"/> Temperatuursensor(tot 1400°C) | <input type="checkbox"/> Krachtsensor |
| <input type="checkbox"/> Druksensor | <input type="checkbox"/> UltraSone Plaatsbepalingsset | <input type="checkbox"/> Magneetveldsensor |

24. Welke van deze sensoren gebruikt u in de klas?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Draaihoeksensor | <input type="checkbox"/> Barosensor (< 1100 mbar) | <input type="checkbox"/> Geiger Müller sensor |
| <input type="checkbox"/> Geluidssensor | <input type="checkbox"/> Temperatuursensor (tot 110°C) | <input type="checkbox"/> Lichtsensor |
| <input type="checkbox"/> Reedcontactsensor | <input type="checkbox"/> Temperatuursensor(tot 1400°C) | <input type="checkbox"/> Krachtsensor |
| <input type="checkbox"/> Druksensor | <input type="checkbox"/> UltraSone Plaatsbepalingsset | <input type="checkbox"/> Magneetveldsensor |

25. a. Kan de amanuensis/toa goed met IP-Coach overweg ?

b. Kan de amanuensis/toa goed met NEMO overweg ?

Als een van de twee niet gebruikt wordt op school heeft de vraag alleen betrekking op het wel gebruikte programma.

26. Is er op uw school iemand die als taak het systeembeheer heeft?

Zo ja,

27. Voor hoeveel tienden is hij aangesteld?

28. Sinds wanneer bent u computergebruiker? (*niet: sinds wanneer heeft u een computer*)

29. Heeft u thuis een computer?

zo ja,

30. Welk soort? (IBM-compatible/Atari/Macintosh/Amiga e.d.)

31. Hoe vaak gebruikt u hem?

32. Waarvoor gebruikt u hem hoofdzakelijk? (*namen van programma's*)

33. Hoeveel computers zijn er op school beschikbaar voor natuurkundelessen en waar bevinden die zich?

In eigen lokaal:

Verrijdbaar in kabinet:

Ander lokaal:

34. Kunnen de leerlingen op school computers buiten de lessen gebruiken? (*Bijvoorbeeld om verslagen te schrijven*)

Zo ja,

35. Hoeveel computers zijn hier ongeveer voor beschikbaar?

36. Wordt daar door leerlingen wel eens gebruik gemaakt ten behoeve van natuurkunde?

37. Is er een netwerk op school?

Zo ja,

38. Welk type?

Vragen over de opvattingen van de docent over het lesgeven.

Alle volgende vragen hebben, tenzij anders vermeld, betrekking op de klas waarin de lessenserie in het kader van het onderzoek 'krachtige leeromgevingen' wordt gegeven. Daarnaast is het doel om vast te leggen hoe de situatie is en niet hoe een docent het zou willen hebben. Dit komt bij een ander gedeelte van dit interview aan de orde en in het interview dat afgenomen zal worden nadat de lessenserie gegeven is.

1. Gaat u als docent uit van een toepassing en hangt u daar de theorie aan op of behandelt u de theorie en geeft u daarna voorbeelden. Zoudt u hierbij een verband kunnen leggen met de stijl van de gebruikte lesmethode. (*volg stijl boek, doe juist dat wat niet in het boek staat*)

2. Indien u leerlingen practicum laat doen, in welke vorm geeft u hen dan aanwijzingen over wat ze moeten doen?

(*Probeer in ieder geval de volgende aspecten duidelijkheid te krijgen:*

** proefbeschrijvingen uit boek / stencil / mondelinge opdrachten / aanwijzingen op het bord*

* kookboek / ll krijgen alleen de materialen en een vraag en moeten zelf de onderzoeksvraag bedenken en het experiment opzetten en uitvoeren.

* uitgebreid of beknopt verslag schrijven / stencil invullen / meetrapport maken

Het is goed mogelijk dat een docent een paar mogelijkheden aangeeft.

Probeer dan te achterhalen wanneer welke vorm gekozen wordt en waarom?)

3. Wat controleert u van een leerling?

(Vul in ieder geval de volgende tabel in, als iets niet gecontroleerd wordt zet er dan een horizontale streep achter. Indien iemand nog andere zaken noemt, vul dan de tabel aan.)

wat	hoe	hoe vaak	doel
maakhuiswerk			
leerhuiswerk			
resultaten van experiment			
begrip			

4. Er volgt nu een drietal hoofdactiviteiten van een docent, waarvan we willen weten welk percentage van de tijd u daar gemiddeld, over het jaar heen, aan besteed. (In deze klas.) Daarnaast willen we binnen deze categorieën van allerlei activiteiten weten of u dat wel eens doet. De drie hoofd groepen zijn:

.....% ofminuten per les Frontaal lesgeven.

.....% ofminuten per les Leerlingen in groepen laten samenwerken.

.....% ofminuten per les Leerlingen individueel laten werken.

Nu vragen we u om van de volgende activiteiten, geordend per een van de eerder genoemde groepen aan te geven of u dat vaak / af en toe / bijna nooit / nooit

	vaak	af en toe	bijna nooit	nooit
Frontaal				
a. theorie uitleggen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. opgaven behandelen / uitwerken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. via (mondelinge) beurten huiswerk toetsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. illustreren van de theorie met vb. uit het dagelijks leven.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. een experiment demonstreren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Groep				
g. rondlopen en vragen beantwoorden/stellen (geen practicum)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. op een plaats blijven en vragen beantwoorden / stellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. practicum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Individueel				
j. rondlopen en vragen stellen / beantwoorden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. op een plaats blijven en vragen beantwoorden / stellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. practicum (door iedere leerling voor zich)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vragen n.a.v. lessenplan en activiteitenverslag

In eerste instantie vragen we nu de docent om een beeld te schetsen van de ideale manier om het onderwerp te behandelen dat hij nu wil behandelen. Hierbij gaan we uit van het fysische onderwerp dat behandeld wordt en niet het leren omgaan met de computer hoewel dat in een aantal gevallen waarschijnlijk vooral het leerdoel van de docent is.

Zoudt u een beschrijving kunnen geven van de ideale situatie om het onderwerp te behandelen waar u nu een lessenserie voor heeft gemaakt. Dat wil

zeggen dat alle randvoorwaarden die nu voortvloeien uit de school, het rooster, de materialen even buiten beschouwing worden gelaten. Hoe zou u het dan willen inrichten?

Om het iets eenvoudiger te maken kunnen we een aantal aspecten aflopen.

1. Hoe leren de kinderen het beste over dit onderwerp?

- a. Welk materiaal,
- b. Welke werkvormen.

2. Wat is er voor nodig om de kinderen zo te laten leren?

- a. Klassegrootte
- b. Inrichting lokaal
- c. Lesmateriaal
- d. Taak docent
- e. Werkvorm

3. Hoe zullen de afspraken in de sectie moeten zijn?

4. Moet een docent zelf lesmateriaal maken?

5. Hoe belangrijk zal de bijdrage aan het leerproces / begrip van de leerlingen zijn van:?

schaal: heel belangrijk / belangrijk / niet belangrijk / draagt nauwelijks iets bij
(4 punts schaal)

De leraar	1	2	3	4
Het boek	1	2	3	4
Het practicum	1	2	3	4
Medeleerlingen	1	2	3	4
De computer als informatiebron	1	2	3	4

De computer als meetinstrument en verwerker van gegevens	1	2	3	4
Thematische lessen	1	2	3	4
Buitenschoolse ervaringen	1	2	3	4
Standaard opgaven maken	1	2	3	4
Ingewikkelder problemen oplossen	1	2	3	4
Scripties schrijven	1	2	3	4
Discussies met medeleerlingen	1	2	3	4
Discussies met de docent	1	2	3	4
Overhoringen	1	2	3	4

Nu overgaan naar het gemaakte lesplan en activiteitenverslag en zoeken naar de afwijkingen van de ideale situatie en kijken naar oorzaken en de effecten daarvan.

Zo ja, wat?

Was de klas of waren de leerlingen anders dan anders bezig?

Zo ja, hoe en wat was dat een voor- of nadeel?

Heeft u het gevoel dat de II meer of minder hebben geleerd dan 'anders'? (Zie antwoord op vraag I voor beschrijving van 'anders')

Zo ja, wat?

Hebben de leerlingen andere dingen geleerd?

Zo ja, wat?

4. a. Waarin heeft u nu voor dit onderwerp de computer gebruikt?

Omdat het onderwerp er om vroeg. Omdat ik dit altijd al so doe. Omdat dit praktischer is met computer. Omdat ik ze toch moet leren omgaan met deze programma's.

b. Vervang de computer een bepaalde activiteit, een practicum, een stuk stof uit het boek en / of een stuk van de lesstof of was hij

Bijlage 2: Interview docenten: fase 2

**Tweede interview, na de lessenserie
in het kader van het onderzoek
'Kenmerken van een krachtige leeromgevingen'.**

1. Week deze lessenserie af van de gangbare manier waarop u dit onderwerp behandelt?
Zo ja, in welk opzicht?
(leermiddelen, activiteiten van leerlingen, wel / geen computer op deze manier)
2. Week uw voorbereiding voor deze lessenserie af van de manier waarop u normaal uw lessenserie voorbereidt?
3. **Hoe verliep de lessenserie:**
 - a. Zou u deze lessenserie volgend jaar weer zo willen geven?
Zo nee, waarom niet.
 - b. Zijn er dingen die kunnen veranderen om het tot een betere lessenserie te maken?
Zo ja, wat?
 - c. Was de klas of waren de leerlingen anders dan anders bezig?
Zo ja, hoe en was dat een voor- of nadeel?
 - d. Heeft u het gevoel dat de ll meer of minder hebben geleerd dan 'anders' ? *(Zie antwoord op vraag 1 voor beschrijving van anders)*
Zo ja, wat?
 - e. Hebben de leerlingen andere dingen geleerd?
Zo ja, wat?
4.
 - a. Waarom heeft u nu voor dit onderwerp de computer gebruikt?
(Omdat het onderzoek er om vroeg, Omdat ik dit altijd al zo doe, Omdat dit practicum handiger is met computer, Omdat ik ze toch moet leren omgaan met deze programma's,)
 - b. Verving de computer een bepaalde activiteit, een practicum, een stuk stof uit het boek en / of een taak van de leraar of was hij

extra? (*Meerdere zaken kunnen tegelijk voorkomen en de opsomming is niet uitputtend.*)

(*Indien de rol van de computer extra was, wat was zijn functie dan?*)

(c. Wat kan in uw lessen de rol van een computer zijn?)

5. Sluit deze lessenserie aan bij de eisen van de BAVO, of bij de exameneisen?

Zo nee, is dat een bezwaar?

Zo ja, wat betreft de inhoud of wat betreft de vaardigheden of wat betreft beide?

6. a. Vond u dat het maken van de lessenserie (te) veel tijd kostte?

Zo ja:

b. Zou u op dezelfde wijze een lessenserie willen kunnen geven, terwijl het minder tijd kost?

c. Welke van de (tijdrovende) taken zou u uit handen kunnen en of willen geven.

Maak zo mogelijk voor het interview aan de hand van het ingeleverde activiteitenverslag een lijstje met ondernomen activiteiten.

Kennis van moderne leerpsychologie en instructietheorien.

Geef over de volgende stellingen een oordeel op een 5-puntsschaal van helemaal niet mee eens (1) tot helemaal mee eens (5).

1=helemaal niet mee eens, 2=niet mee eens, 3=geen mening, 4=mee eens, 5=helemaal mee eens.

1. Natuurkunde kan het beste geleerd worden door een voorbeeldsituatie grondig te onderzoeken en daaruit de theorie af te leiden.
2. Het is belangrijk dat leerlingen beseffen dat de natuurkunde als wetenschap het resultaat is van menselijke gedachtenconstructies.
3. Als de leerlingen de definities en formules kunnen toepassen snappen ze al veel van de natuurkunde.

4. De beste manier om iets te leren begrijpen is het zelf aan anderen te moeten uitleggen.
5. Met practicum en sturende opdrachten kunnen leerlingen zelf (alle?) natuurkundige verschijnselen en wetten ontdekken.
6. Als leerlingen iets zelf ontdekt hebben blijft het beter hangen dan als het ze gepresenteerd is.
NB. Vind u een tegenstrijdigheid tussen 5 en 6?
7. Het belangrijkste bij natuurkunde op de middelbare school is dat leerlingen leren wetenschappelijk te denken.
8. Op de middelbare school vind ik voor Natuurkunde het belangrijkste dat leerlingen hun alledaagse kennis in een wetenschappelijk kader leren te plaatsen.
9. Leerlingen kunnen het beste zo zelfstandig mogelijk werken, daar leren ze het meest van.
10. Het is beter als leerlingen eerst de theoretische begrippen en wetten leren kennen en die daarna leren toepassen op concrete voorbeelden. dan omgekeerd.
11. Ik vind het zeer belangrijk dat ik de kinderen leer dat de natuurkunde een bepaalde interpretatie is en dat er historisch gezien binnen de natuurkunde ook meerdere interpretaties van eenzelfde verschijnsel zijn. (Newton / Einstein) (Golf / deeltje)

Zakelijke vragen en opmerkingen

1. In het najaar, eind september willen we een bijeenkomst organiseren met alle docenten die meedoen aan het onderzoek.
 - a. Zoudt u hiervoor vrij kunnen krijgen van school?
 - b. Zo ja, voor een hele dag of alleen voor een middag?
 - c. Heeft u voorkeur voor het tijdstip van deze bijeenkomst?
Mogelijkheden: ochtend + middag / middag + avond,
maandag / dinsdag / woensdag / donderdag / vrijdag / zaterdag
2. Heeft u er bezwaar tegen als uw lesteksten inclusief aanwijzingen over de manier waarop ze gebruikt zijn (lesplanning) verspreid worden voor

het najaar? en zou u daarvoor nog een voorgelegde tekst in de zomer willen beoordelen / corrigeren?

3. Heeft u er bezwaar tegen als ter illustratie van bepaalde zaken een stukje videoband van de bij u geobserveerde lessen wordt gebruikt
4.
 - a. Zoudt u kunnen vertellen welke onderwerpen logischerwijs aan bod kunnen komen in het najaar (eind oktober, november) in de klas waarin u dan de lessenserie geeft.
 - b. Kunt u daarbinnen aangeven waar uw voorkeur ligt wat betreft een onderwerp om een lessenserie over te maken.
3. Wilt u nog op of aanmerkingen leveren n.a.v. het onderzoek?

Dank voor de medewerking tot nu toe.

In het najaar zal dus in principe hetzelfde van u verwacht worden alleen wordt de voorbereiding dan intensiever begeleid. Naar alle waarschijnlijkheid ben ik daar niet meer bij betrokken, aangezien ik in september begin met een beroepsopleiding milieukunde. Ik weet nog niet wie mijn taak in September over zal nemen.

Bijlage 3: Lesplan van docenten

De tabel die u voor uw lesplan krijgt beslaat twee pagina's. Als u meer dan eenmaal de hoogte nodig heeft, begint u gewoon bovenaan twee nieuwe vellen. De bedoeling van het lesplan is dat u aan de hand daarvan uw les geeft, zodat u later ook aan de hand daarvan precies kunt aangeven wat wel of niet gelukt is en welke problemen er optraden.

Toelichting op de verschillende punten:

Van: Het tijdstip waarop een bepaalde activiteit zou moeten beginnen. Dit mag het werkelijke tijdstip zijn, of het tijdstip gemeten vanaf het begin van het uur, net wat u liever hebt.

Tot: Het tijdstip waarop een bepaalde activiteit zou moeten eindigen. In het algemeen zal dit hetzelfde zijn als Van bij de volgende activiteit, maar als verschillende dingen parallel lopen is dat misschien niet meer het geval. Als u hier niets invult wordt automatisch aangenomen dat het eindigt op het moment dat de vorige activiteit eindigt.

Leerdoel: Hier komt het leerdoel van de activiteit. Dit kan verschillen van: weten hoe de computer aan en uitgezet moet worden tot: het leren van een formule.

gebruikt materiaal(docent): Hier willen we weten wat de docent bij deze activiteit gebruikt, inclusief zaken als bord +krijt, leerlingenboek e.d.

gebruikt materiaal(leerling): Hier willen we weten wat de leerling bij deze activiteit wordt geacht te gebruiken, inclusief zaken als pen, schrift e.d.

werkvorm: ????

taak docent: Wat moet de docent op dat moment doen. Ook rondlopen, luisteren, wachten en dergelijke zijn hierbij activiteiten.

taak leerling: Wat wordt de leerling geacht te doen. Ook luisteren, afwachten, spullen pakken en dergelijke zijn hierbij activiteiten.

groeperingsvorm: Op welke wijze werken de leerlingen? Individueel, in groepjes van x personen of als klas?

lesplan voor de ..⁶les in klas in het kader van het project 'krachtige leeromgevingen'. Docent:

van	tot	(leer)doel	gebruikt materiaal (leerling)	gebruikt materiaal (docent)

Werkvorm	Taak docent	Taak leerling	Groeperingsvor m

⁶ Hier komt het rangnummer van de les binnen de serie te staan.

Bijlage 4: Analyseschema voor de interviews uit fase 1

Analyseschema voor de interviews uit fase 1 in het kader van het onderzoek

'Kenmerken van een krachtige leeromgeving

1KSD	KENMERKEN VAN DE DOCENT EN DE SCHOOL (DE SITUATIE)
1ISD	SCHETS VAN DE IDEALE SITUATIE
1IAD	INSTRUCTIEACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
1MAD	MANAGEMENTACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
1KVD	KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT (BENODIGDE, INGEZETTE EN ONTBREKENDE)
1KEO	KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN
1IIM	INHOUDELIJKE IMPLICATIES
1EIM	ERGONOMISCHE IMPLICATIES
1DIM	DIDACTISCHE IMPLICATIES
1PRO	PROCES EN RESULTATEN VAN DE ONTWERPACTIVITEITEN

1KSD KENMERKEN VAN DE DOCENT EN DE SCHOOL (DE SITUATIE)

- 1 leservaring
- 2 bevoegdheid
- 3 nascholing didactiek
- 4 verbonden aan school
- 5 sectieoverleg
- 6 sectieafspraken
- 6.1 practica
- 6.2 computerprogramma's
- 6.3 aanschaf materialen
- 6.4 anders
- 7 materialen
- 7.1 interfacekaarten
- 7.2 sensoren
- 7.3 gebruikte sensoren
- 7.4 inzet amanuensis
- 7.5 systeembeheer
- 7.6 omvang systeembeheer
- 7.7 beschikbaarheid computers/aantal computers/locatie computers
- 7.8 toegankelijkheid computers voor ll/aantal voor ll/omvang gebruik computers door ll
- 7.9 netwerk/type netwerk

- 1 ISD SCHETS VAN DE IDEALE SITUATIE
 beschrijving ideale situatie door de docent
- 1 (hoe leren lln het beste over het onderwerp)
 - 1.1 keuze materialen
 - 1.2 keuze werkvormen
 - 2 (wat is er nodig om lln zo te laten leren)
 - 2.1 klassegrootte
 - 2.2 inrichting lokaal
 - 2.3 lesmateriaal
 - 2.4 taak docent
 - 2.5 werkvorm
 - 3 (hoe zullen sectieafspraken moeten zijn)
 - 4 (moet docent zelf materiaal ontwikkelen)
 - 5 (verdeling didactische functies over agenten)
 bijdrage aan leerproces/begrip van de lln door:
 - 5.1 de docent
 - 5.2 het boek
 - 5.3 het practicum
 - 5.4 medeleerlingen
 - 5.5 de computer als informatiebron
 - 5.6 de computer als meetinstrument en verwerker van gegevens
 - 5.7 thematische lessen
 - 5.8 buitenschoolse ervaringen
 - 5.9 standaard opgaven maken
 - 5.10 ingewikkelder problemen oplossen
 - 5.11 scripties schrijven
 - 5.12 discussies met medeleerlingen
 - 5.13 discussies met de docent
 - 5.14 overhoringen

- 1IAD INSTRUCTIEACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
 - 1 afwijkingen van de gangbare manier waarop onderwerp wordt behandeld
 - 1.1 leermiddelen
 - 1.2 leerlingactiviteiten
 - 1.3 groeperingsvormen
 - 1.4 inzet van computers
 - 2 afwijkingen van de gangbare manier van lessen voorbereiden (plannen van instructieactiviteiten)
 - 2.1 keuze leerstofinhoud
 - 2.2 formuleren van doelen
 - 2.3 plannen van de analyse van relevante voorkennis van de leerlingen
 - 2.4 plannen van afzonderlijke instructie- en leeractiviteiten
 - 2.4.1 kiezen en inplannen van leermiddelen waaronder de computerleeromgeving
 - 2.4.1.1 waarom voor onderwerp computer gebruikt
 - 2.4.1.2 wat kan in uw lessen de rol van de computer zijn
 - 2.4.2 analyseren van de verdeling van de didactische functies
 - 2.4.2.1 verving de computer een bepaalde activiteit
 - 2.4.3 kiezen van groeperingsvormen
 - 2.5 het construeren van evaluatie-instrumenten
- 1MAD MANAGEMENTACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
 - 1 afwijkingen van de gangbare manier waarop onderwerp wordt behandeld
 - 1.1 plannen beschikbaarheid van leermiddelen
 - 1.1.1 computersoftware en hardware
 - 1.2 plannen klasse-organisatie
 - 1.3 plannen van registratie leeractiviteiten van leerlingen

- 1.4 plannen van registratie leereffecten bij leerlingen

- 2 afwijkingen van de gangbare manier van lessen voorbereiden
- 2.1 plannen van managementactiviteiten

- 1KVD KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT (BENODIGDE,
 INGEZETTE EN ONTBREKENDE)

- 1 vaardigheid in ontwerpen
- 1.1 ervaring ontwerpen
- 1.2 practicum
- 1.3 huiswerkopdrachten
- 1.4 extra theorie
- 1.5 individueel werk
- 1.6 groepswerk

- 2 vakdidactische opvattingen
- de situatie zoals beschreven is door de docent
 (mogelijk beschrijven in termen van sturing leerproces,
 interactiemogelijkheden, experimentatie en verwerking??)
- 2.1 gebruikte methode
- 2.2 stijl van de methode
- 2.3 uitgangspunten onderwijs
 (toepassing/theorie)
- 2.4 relatie methode/uitgangspunten
- 2.5 instructie bij practicum
- 2.5.1 presentatie van de opdracht (gesloten-open)
- 2.5.2 vorm/opzet van het practicum (monitoring-
 zelfregulatie)
- 2.5.3 verwerking van resultaten (voorgestructureerd-
 eigen verslag)
- 2.6 controle op leerproces
- 2.6.1 maakhuiswerk

- 2.6.1.1 hoe
- 2.6.1.2 hoe vaak
- 2.6.1.3 doel
- 2.6.2 leerhuiswerk
 - 2.6.2.1 hoe
 - 2.6.2.2 hoe vaak
 - 2.6.2.3 doel
- 2.6.3 resultaten experiment
 - 2.6.3.1 hoe
 - 2.6.3.2 hoe vaak
 - 2.6.3.3 doel
- 2.6.4 begrip
 - 2.6.4.1 hoe
 - 2.6.4.2 hoe vaak
 - 2.6.4.3 doel
- 2.7 hoofdactiviteiten van de leerkracht
 - 2.7.1 percentage frontaal lesgeven
 - 2.7.2 percentage groepswerk
 - 2.7.3 percentage individueel werken
- 2.8 subactiviteiten van de leerkracht
 - 2.8.1 frontaal
 - 2.8.1.1 theorie uitleggen
 - 2.8.1.2 opgaven behandelen
 - 2.8.1.3 via beurten huiswerk toetsen
 - 2.8.1.4 illustreren theorie met voorbeelden uit dagelijks leven
 - 2.8.1.5 experiment demonstreren
 - 2.8.2 groepswerk
 - 2.8.2.1 rondlopen en vragen beantwoorden
 - 2.8.2.2 op plaats blijven en vragen beantwoorden
 - 2.8.2.3 practicum
 - 2.8.3 individueel werken
 - 2.8.3.1 rondlopen en vragen beantwoorden

- 2.8.3.2 op plaats blijven en vragen beantwoorden
- 2.8.3.3 practicum

- 3 kennis van moderne leerpsychologie en instructietheorie
- 3.1-3.11 uitspraken docent op elf stellingen

- 4 kennis computers, computer ondersteund onderwijs en
 computerleeromgevingen
- 4.1 ervaring met NEMO
- 4.1.1 omvang
- 4.2 ervaring met IP-Coach
- 4.2.1 omvang
- 4.3 nascholing computergebruik
- 4.3.1 welke nascholing
- 4.4 ervaring met computerprogramma's
- 4.4.1 welke programma's
- 4.4.2 functie van de programma's
- 4.4.3 omvang van het gebruik
- 4.5 ervaring computergebruik
- 4.6 computer prive
- 4.6.1 type
- 4.6.2 omvang gebruik
- 4.6.3 doel gebruik

- 5 management- en organisatievaardigheden

1KEO KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN

- 1 de situatie van de docent/school (zie ook kenmerken van de
 docent)
- 1.1 kennis van de docent
- 1.2 ervaring van de docent

-
- 1.3 sectieoverleg
 - 1.4 beschikbare tijd voor voorbereiding
 - 1.5 beschikbare tijd voor uitvoering
 - 1.6 inzet van de amaneusis
 - 1.7 aanschafbeleid van de school
 - 1.8 aanwezig materiaal
 - 1.9 beschikbaarheid van apparatuur
 - 1.10 locaties

 - 2 discrepanties tussen ideale en feitelijke situatie
 - 2.1 oorzaken
 - 2.2 effecten
 - 2.3 oplossingen

 - 3 evaluatie van het verloop van de lessenserie
 - 3.1 lessenserie volgend keer weer zo
 - 3.2 mogelijke wijzigingen in de lessenserie

 - 4 aansluiting bij eisen BAVO of WEN-programma
 - 4.1 inhoud
 - 4.2 vaardigheden

 - 5 tijdsinvestering ontwerpen lessenserie

1IIM INHOUDELIJKE IMPLICATIES

(meer gericht op begripsontwikkeling op basis van inzicht in processen, gedeeltelijk realistisch gepresenteerd, gedeeltelijk gesimuleerd)

- 1 leerlingen meer of minder geleerd
- 2 leerlingen andere dingen geleerd

1EIM ERGONOMISCHE IMPLICATIES

(beschikbaarheid computers enzo; bestudering van verschijnselen die anders niet kunnen)

1DIM DIDACTISCHE IMPLICATIES

(de veranderende rol van de docent en wellicht de methode; de verdeling van de didactische functies over de verschillende agenten wijzigt zich; veranderende didactische strategieën gefaciliteerd door de computerleeromgevingen: deze bieden mogelijkheden voor modeling, coaching, scaffolding, (cognitive apprenticeship) articulatie, reflectie, exploratie, generalisatie)

- 1 klas, leerlingen anders bezig dan anders

1PRO PROCES EN RESULTATEN VAN DE ONTWERPACTIVITEITEN

Bijlage 5: Analyseschema voor de interviews uit fase 2

Analyseschema voor de interviews uit fase 2

in het kader van het onderzoek

'Kenmerken van een krachtige leeromgeving

2WKSD	WIJZIGINGEN KENMERKEN VAN DE DOCENT EN DE SCHOOL (DE SITUATIE)
2WLG	WIJZIGINGEN IN DE LEERLINGENGROEP
2WKVD	WIJZIGINGEN IN KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT
2ISD	SCHETS VAN DE IDEALE SITUATIE
2IAD	INSTRUCTIEACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
2MAD	MANAGEMENTACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
2KVD	KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT (BENODIGDE, INGEZETTE EN ONTBREKENDE)
2KEO	KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN
2IIM	INHOUDELIJKE IMPLICATIES
2EIM	ERGONOMISCHE IMPLICATIES
2DIM	DIDACTISCHE IMPLICATIES
2PRO	PROCES EN RESULTATEN VAN DE ONTWERPACTIVITEITEN
2WKSD	WIJZIGINGEN IN KENMERKEN VAN DE DOCENT EN DE SCHOOL (DE SITUATIE)
1	leservaring
2	bevoegdheid
3	nascholing didactiek
4	verbonden aan school
5	sectieoverleg
6	sectieafspraken
6.1	practica

- 6.2 computerprogramma's
- 6.3 aanschaf materialen
- 6.4 anders
- 7 materialen
- 7.1 interfacekaarten
- 7.2 sensoren
- 7.3 gebruikte sensoren
- 7.4 inzet amanuensis
- 7.5 systeembeheer
- 7.6 omvang systeembeheer
- 7.7 beschikbaarheid computers/aantal computers/locatie
computers
- 7.8 toegankelijkheid computers voor lln/aantal voor
lln/omvang gebruik computers door lln
- 7.9 netwerk/type netwerk
- 2WLG WIJZIGINGEN IN DE LEERLINGENGROEP
- 1 beperkende of juist niet beperkende factoren:
- 1.1 klas
- 1.2 groepsgrootte
- 1.3 klasseklimaat
- 1.4 zelfstandig kunnen werken
- 1.5 ervaring met bepaalde werkvormen
- 1.6 kennis van de leerlingen
- 2WKVD WIJZIGINGEN IN KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT
(mogelijk resultaat van de bijeenkomst van 3 oktober volgens de
docent)
- 1 met betrekking tot kennis van de docent
- 1.1 bijdrage van de literatuur
- 1.2 bijdrage van 'overzicht opvattingen over leren'
- 1.3 bijdrage van de videoband uit de Jasperserie

- 1.4 bijdrage van de discussie
- 2 met betrekking tot ontwerpvaardigheden
 - 2.1 bijdrage van de workshop
- 3 met betrekking tot constructivistische opvattingen over leren
 - 3.1 belang voor eigen onderwijs
 - 3.2 realisering in eigen onderwijs
 - 3.3 hoe gerealiseerd in de ontworpen lessenserie
- 1 [actief
- 2 doelgericht
- 3 betekenis- en structuurgericht
- 4 diagnostisch (zelfdiagnose)
- 5 multiple perspectieven/representaties
- 6 'situated', contextgebonden
- 7 authentiek vanuit concrete ervaringen
- 8 gesitueerde kennis: condities waaronder kennis toepasbaar is
- 9 (1)zelf-ontdekkend, (2)intrinsiek gemotiveerd
- 10 'diepe' verwerking, elaborated
- 11 hogere orde vaardigheden
 - 11.1 formuleren van het probleem
 - 11.2 plannen van de oplossing
 - 11.3 subproblemen op een rijtje zetten
 - 11.4 zoeken van gegevens
 - 11.5 evalueren en ...
- 12 sociaal]
- 2ISD SCHETS VAN DE IDEALE SITUATIE
- 1 beschrijving door de docent van een ideale situatie afgezet tegen feitelijke situatie zie interview fase1 en ook KEO2

- 2IAD INSTRUCTIEACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
- 1 afwijkingen van de gangbare manier waarop onderwerp wordt behandeld
 - 1.1 leermiddelen
 - 1.2 leerlingactiviteiten
 - 1.3 groeperingsvormen
 - 1.4 inzet van computers
 - 2 afwijkingen van de gangbare manier van lessen voorbereiden (plannen van instructieactiviteiten)
 - 2.1 keuze leerstofinhoud
 - 2.2 formuleren van doelen
 - 2.3 plannen van de analyse van relevante voorkennis van de leerlingen
 - 2.4 plannen van afzonderlijke instructie- en leeractiviteiten
 - 2.4.1 kiezen en inplannen van leermiddelen waaronder de computerleeromgeving
 - 2.4.1.1 waarom voor onderwerp computer gebruikt
 - 2.4.1.2 wat kan in uw lessen de rol van de computer zijn
 - 2.4.2 analyseren van de verdeling van de didactische functies
 - 2.4.2.1 verving de computer een bepaalde activiteit
 - 2.4.3 kiezen van groeperingsvormen
 - 2.5 het construeren van evaluatie-instrumenten
- 2MAD MANAGEMENTACTIVITEITEN VAN DE DOCENT
- 1 afwijkingen van de gangbare manier waarop onderwerp wordt behandeld
 - 1.1 plannen beschikbaarheid van leermiddelen
 - 1.1.1 computersoftware en hardware
 - 1.2 plannen klasse-organisatie
 - 1.3 plannen van registratie leeractiviteiten van leerlingen

- 1.4 plannen van registratie leereffecten bij leerlingen
- 2 afwijkingen van de gangbare manier van lessen voorbereiden
 - 2.1 plannen van managementactiviteiten
- 2KVD KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN DE DOCENT (BENODIGDE, INGEZETTE EN ONTBREKENDE)
 - 1 vaardigheid/ervaring in ontwerpen
 - 1.1 wat anders gedaan dan in eerste fase
 - 1.2 waar bewust rekening mee gehouden
 - 1.3 andere aanpak in vergelijking met vorige ontwerpfase
 - 1.4 belangrijkste ervaringen eerste fase van het onderzoek
 - 1.5 bijdrage van de bijeenkomst van 3 oktober aan wijzigingen in het ontwerpen
 - 2 vakdidactische opvattingen
 - de situatie zoals beschreven is door de docent in de eerste fase
 - uitspraken van de docent over constructivistische ideeën over leren (mogelijk beschrijven in termen van sturing leerproces, interactiemogelijkheden, experimentatie en verwerking??)].
- 3 kennis van moderne leerpsychologie en instructietheorie
 - 3.1-3.11 uitspraken docent op elf stellingen
- 4 kennis computers, computer ondersteunend onderwijs en computerleeromgevingen
 - 4.1 ervaring met NEMO
 - 4.1.1 omvang
 - 4.2 ervaring met IP-Coach
 - 4.2.1 omvang
 - 4.3 nascholing computergebruik
 - 4.3.1 welke nascholing

- 4.4 ervaring met computerprogramma's
 - 4.4.1 welke programma's
 - 4.4.2 functie van de programma's
 - 4.4.3 omvang van het gebruik
 - 4.5 ervaring computergebruik
 - 4.6 computer privé
 - 4.6.1 type
 - 4.6.2 omvang gebruik
 - 4.6.3 doel gebruik
 - 5 management- en organisatievaardigheden
- 2KEO KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN
- 1 de situatie van de docent/school (zie ook kenmerken van de docent)
 - 1.1 kennis van de docent
 - 1.2 ervaring van de docent
 - 1.3 sectieoverleg
 - 1.4 beschikbare tijd voor voorbereiding
 - 1.5 beschikbare tijd voor uitvoering
 - 1.6 inzet van de amanuensis
 - 1.7 aanschafbeleid van de school
 - 1.8 aanwezig materiaal
 - 1.9 beschikbaarheid van apparatuur
 - 1.10 locaties
 - 2 discrepanties tussen ideale en feitelijke situatie
 - 2.1 oorzaken
 - 2.2 effecten
 - 2.3 oplossingen
 - 3 evaluatie van het verloop van de lessenserie
 - 3.1 lessenserie volgend keer weer zo
 - 3.2 mogelijke wijzigingen in de lessenserie

- 4 aansluiting bij eisen BAVO of WEN-programma
- 4.1 inhoud
- 4.2 vaardigheden

5 tijdsinvestering ontwerpen lessenserie

2IIM INHOUDELIJKE IMPLICATIES

(meer gericht op begripsontwikkeling op basis van inzicht in processen, gedeeltelijk realistisch gepresenteerd, gedeeltelijk gesimuleerd)

- 1 leerlingen meer of minder geleerd
- 2 leerlingen andere dingen geleerd

2EIM ERGONOMISCHE IMPLICATIES

(beschikbaarheid computers en zo; bestudering van verschijnselen die anders niet kunnen)

2DIM DIDACTISCHE IMPLICATIES

(de veranderende rol van de docent en wellicht de methode; de verdeling van de didactische functies over de verschillende agenten wijzigt zich; veranderende didactische strategieën gefaciliteerd door de computerleeromgevingen: deze bieden mogelijkheden voor modeling, coaching, scaffolding, (cognitive apprenticeship) articulatie, reflectie, exploratie, generalisatie)

- 1 klas, leerlingen anders bezig dan anders

2PRO PROCES EN RESULTATEN VAN DE ONTWERPACTIVITEITEN

Bijlage 6: Voorbeeld samenvatting van een docent in fase 1

Dit is een voorbeeld van een samenvatting die met behulp van het analyse-instrument geanalyseerd zijn op kenmerken van een krachtige leeromgeving in fase 1 van het onderzoek. De samenvattingen van de andere docenten zijn opvraagbaar

SAMENVATTING

DOCENT N3

FASE 1

KENMERKEN VAN DE DOCENT EN DE SCHOOL

De docent is 14 jaar leraar en al een even lange tijd werkzaam op deze school (n3,v,1, ervaringen van de docent)

Ervaring met computers en computerprogramma's algemeen

Sinds 1985 is de docent al in het bezit van de computer. Zijn computer thuis is een Atari ST met 286 emulator. De programma's die dagelijks gebruikt worden zijn onder andere voor tekstverwerken SIGNUM, voor natuurkunde NEMO / IP-Coach en het tekenprogramma ARABESK (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Ervaring met computers en computerprogramma's natuurkunde

Zoals hiervoor al vermeldt wordt is de docent in het bezit van het programma NEMO. Hij gebruikt dit programma 5 jaar. Het vorige jaar is het bij 12 lessen ingezet (n3,v,1, ervaringen van de docent). Het programma IP-Coach heeft hij nog niet zo vaak gebruikt, slechts 1 jaar. Dat was het vorig jaar, 1½ les (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Verder is er op school het golfprogramma van IDEC, SKYPLOT en Homogene velden. Het golfprogramma van IDEC en SKYPLOT worden gebruikt voor demonstraties van onder andere golven. Hiervoor wordt er een

computer voor in de klas gezet. Homogene velden wordt ook gedemonstreerd, maar tijdens leerlingenpractica kunnen leerlingen zelf verschillende variabelen instellen en kijken wat er gebeurt (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Als het onderdeel ter sprake komt worden ze gebruikt. Dit betekent dat het golfprogramma 3 tot 5 lessen per jaar wordt gebruikt en de overige minstens een les (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Scholing van de docent

De docent heeft een universitaire opleiding gevolgd. Hij heeft zijn 1e graads, via stage nieuwe stijl in '79 gehaald. Hiernaast heeft hij nog verschillende trainingen gevolgd. Een training was een soort stage als practicum docent. Verder heeft hij nog een cursus microcomputers en een cursus DMS (voorloper van NEMO) gevolgd. Voor het programma NEMO heeft hij zelf nog cursus gegeven (n3,v,1, scholing van de docent).

Functioneren sectie natuurkunde

Sectieafspraken over centrale repetities bij de rapporten. Voor zo'n 70% worden er dezelfde, afgesproken proeven en demonstraties gedaan. Aanschaffen zijn altijd in overleg met de sectie. Het gebruik door een docent van andere lesmethodes dan de gebruikelijke kan wel en werd tot nu toe getolereerd. Men begint er wel steeds moeilijker over te doen (n3,v,1, functioneren sectie natuurkunde).

Methode

De methode die door de sectie natuurkunde gebruikt wordt is Middellink, systematische natuurkunde. Systematische Natuurkunde is kort en zakelijk, beperkt zich tot de voor het examen vereiste lesstof. Het voordeel is dat leerlingen weten waar ze aan toe zijn en ze kunnen er goed zelfstandig uit werken. Nadeel is dat het niet nieuwsgierig makend is. De docent conformeert zich vrij sterk aan het boek omdat hij het anders zeer verwarrend voor de leerlingen vindt. Hij laat leerlingen veel zelf uit het boek werken. Hij behandelt de dingen waar veel vragen over zijn. Buiten het boek geeft hij practicum en een enkele keer behandel ik wat extra stof die echter niet bij de repetitiestof zit. (n3,v,1, methode)

Het doel bij de practica is het creëren van aanwijzingen hoe het practicum uitgevoerd moet worden. Systematische Natuurkunde bevat namelijk geen practicum opdrachten (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Verder geeft hij nog rekenmodellessen, en geeft hij de leerlingen opgavenvellen. Het doel van de opgavevellen is aanwijzingen te geven als de leerlingen niet uit de opgaven komen. Zelf maakt de docent redelijk vaak materiaal, maar het meeste van het materiaal wordt gedeeld met de collega's (n3,v,1, ervaringen van de docent).

Beschikbare computermaterialen

In het computerlokaal staan 15 tulip's 386SX. Er is tevens een netwerk aanwezig, Novell. Deze computers worden ook voor de natuurkunde lessen gebruikt. In het eigen lokaal staat nog een computer en er is in het kabinet een verrijdbare computer. De interfacekaarten die ze gebruiken zijn 1 UIA (n3,v,1, beschikbare computermaterialen).

Naast het computermateriaal zijn er nog enkele sensoren aanwezig; de draaihoeksensor, 6 temperatuursensoren tot 110°C, 6 Lichtsensoren, en een krachtsensor. De sensoren worden niet allemaal gebruikt. Draaihoeksensor wordt niet gebruikt. Temperatuursensor (tot 110°C), Lichtsensor en Krachtsensor wel, maar nog nauwelijks om met IP-Coach te meten. Ze worden voornamelijk in combinatie met het systeembord gebruikt. Voor metingen met IP-Coach gebruikte de leerkracht tot nu toe opstellingen waarvoor geen sensor nodig was. Alleen in de onderbouw is er aan warmte en temperatuur gemeten (n3,v,1, beschikbare computermaterialen).

Er zijn beperkte mogelijkheden voor leerlingen om de computer te gebruiken, maar de docent weet niet hoe dat is geregeld. Ze gebruiken hem nu al wel voor eigen onderzoek bij het eindexamen (n3,v,1, beschikbare computermaterialen).

Ondersteuning

De amanuensis beheerst het programma IP-Coach redelijk en NEMO matig, dit is voor de docent geen gemis. Er is op de school een systeembeheerder aanwezig. Hij werkt er voor een halve week en functioneert goed (n3,v,1, ondersteuning)

Taken die de docent uit handen zou kunnen en of willen geven zijn het schrijven van leerlingenmateriaal wat volgens hem door anderen kan

gebeuren. Fondswerving voor de sensor kan iemand anders doen. Overleg met collega's over rekenmodellessen moet hij zelf doen evenals overleg met de systeembeheerder en het uitproberen van IP-Coach inclusief de bijbehorende proef. Meetbestanden op het netwerk zetten is iets dat de amanuensis ook kan doen (n3,n,1, ondersteuning).

De leerlingengroep

havo 4 (n3,v,1, wijzigingen in de leerlingengroep)

OPVATTINGEN VAN DE DOCENT

Ideale situatie

Het is voor de leerlingen het beste als ze het practicum op hun eigen tempo kunnen uitvoeren. De docent vindt veel zelfwerkzaamheid belangrijk. Hiervoor heeft de docent de 15 computers uit computerlokaal, inclusief UIA kaart en sensoren nodig. De te geven lessenserie heeft als leerdoel: hoe verloopt een trilling en wat zijn de bepalende factoren voor een trilling. Hij zou als volgt opgebouwd kunnen worden; eerst 3 practicumlessen, waarin ze 2 proeven moeten uitvoeren, vervolgens 3 lessen modelomgeving en een les samenvatting. De docent heeft een begeleidende rol, in de laatste les een samenvattende. Leerlingen kunnen in de gewenste situatie zelf kiezen wanneer ze overgaan van practicum naar verwerking en weer terug (n3,v,1, schets van de ideale situatie).

De sectieafspraken zullen vrijer moeten zijn, in die zin dat niet iedereen op dezelfde manier de stof hoeft te behandelen. Dat zou bijvoorbeeld betekenen minder gecombineerde proefwerken. De docent zou de mechanica in de 4de klas bijvoorbeeld alleen via NEMO / modelleren kunnen behandelen en niet met de standaardformules. De formules komen dan wel in de 6de klas (n3,v,1, schets van de ideale situatie). De docent vindt dat hij te weinig tijd heeft om zelf materiaal te ontwerpen. Hij is ook niet goed op de hoogte van de programma's die op dat moment op de markt zijn. Als hij iets gevonden heeft wil hij het wel gebruiken (n3,v,1, schets van de ideale situatie).

Tabel 1 Belangrijkheid van variabelen voor het leerproces

variabelen in het leerproces	belangrijkheid
De leraar	2
Het boek	2
Het practicum	2
Medeleerlingen	2
De computer als informatiebron	3
De computer als meetinstrument en verwerker van gegevens	3
Thematische lessen	4
Buitenschoolse ervaringen	2
Standaard opgaven maken	2
Ingewikkelder problemen oplossen	2
Scripties schrijven	2
Discussies met medeleerlingen	2
Discussies met de docent	2
Overhoringen	2

1 is heel belangrijk en 4 is totaal niet van belang.

Vakdidactisch handelen

De docent laat zijn leerlingen af en toe, ongeveer in 30% van het aantal proeven die uitgevoerd worden een verslag schrijven. De leerlingen leveren deze in zodat hij ze kan beoordelen. Het doel van het controleren van het verslag is het oefenen van de leerlingen in het schrijven van een verslag en het verwerken van de natuurkundige gegevens. Van de leerlingen heeft hij ongeveer 6 punten door middel van het inleveren van de verslagen. In de andere gevallen maken de leerlingen zelf aantekeningen en houden ze een meetrapport bij. Het maakhuiswerk wordt niet gecontroleerd evenals het leerhuiswerk.

Tabel 2: Vakdidactische handelingen van de docent

Vakdidactische handelingen	mate van voorkomen
Theorie uitleggen	af en toe
Opgaven behandelen	vaak
Het illustreren van de theorie met voorbeelden uit dagelijks leven	bijna nooit
Via beurten huiswerk toetsen	af en toe
Experiment demonstreren	af en toe
Rondlopen en vragen beantwoorden bij groepswerk	vaak
Op de plaats blijven en vragen beantwoorden bij groepswerk	af en toe
Practicum als groepswerk	af en toe
Rondlopen en vragen beantwoorden bij individueel werken	vaak
Op de plaats blijven en vragen beantwoorden bij individueel werken	af en toe
Practicum als individueel werk	af en toe

Of de leerlingen de begrippen kennen wordt gecontroleerd door het afnemen van repetities en door een vraag / antwoord spel. Het doel van dit vraag/antwoordspel is voor de docent eigenlijk niet zozeer controlerend als wel begripsvormend, maar voor de leerlingen zal het wel als begripscontrole werken. Meestal grijpt de leerkracht alleen terug op eerder behandelde stof als leerlingen er nog vragen over hebben. Het is een uitzondering als hij uit eigen initiatief ergens op terug komt. Hij denkt dat hij ongeveer 50 % frontaal les geeft, verder werken de leerlingen samen of individueel (n3,v,1, vakdidactisch handelen)

Didactische opvattingen

Om een goed beeld te krijgen van de didactische opvattingen van de docent zijn er enkele stellingen aan hem voorgelegd. Hij heeft door middel van een cijfer aangegeven of en in hoeverre hij het met een stelling eens is.

Tabel 3: Mening over stellingen

Stellingen	waarde
<i>De leerling leert het beste door een voorbeeldsituatie grondig te onderzoeken en daaruit de theorie af te leiden</i>	3
<i>Het is belangrijk dat leerlingen beseffen dat de natuurkunde als het resultaat is van gedachteconstructies</i>	4
<i>Als de leerlingen de definities en formules kunnen toepassen snappen ze al veel van de natuurkunde.</i>	3
<i>De beste manier om iets te leren begrijpen is het zelf aan anderen te moeten uitleggen.</i>	5
<i>Met practicum en sturende opdrachten kunnen leerlingen zelf vele natuurkundige verschijnselen en wetten ontdekken.</i>	2
<i>Als leerlingen iets zelf ontdekt hebben blijft het beter hangen dan als het ze gepresenteerd is.</i>	5
<i>Belangrijkste bij natuurkunde op de middelbare school is het leren wetenschappelijk te denken.</i>	4
<i>Belangrijkste bij natuurkunde op de middelbare school is dat leerlingen hun alledaagse kennis in een wetenschappelijk kader leren te plaatsen.</i>	4
<i>Leerlingen kunnen het beste zo zelfstandig mogelijk werken, daar leren ze het meest van.</i>	4
<i>Beter eerst theoretische begrippen en wetten leren en daarna toepassen op concrete voorbeelden, dan omgekeerd</i>	2
<i>Ik vind het zeer belangrijk dat ik de kinderen leer dat de natuurkunde een bepaalde interpretatie is en dat er meerdere interpretaties van eenzelfde verschijnsel zijn.</i>	4

1=helemaal niet mee eens, 2=niet mee eens, 3=geen mening, 4=mee eens, 5=helemaal mee eens.

HET ONDERWIJSLEERPROCES

De geplande les

In de eerste les beginnen de leerlingen met een practicum. Het practicum, dat over trillingen gaat, wordt gedaan met behulp van proefbeschrijvingen op stencil. De docent geeft de leerlingen concrete opdrachten, zoals het tekenen van een grafiek en het bepalen van de trillingstijd, waarvan de docent hoopt dat deze niet het karakter van een kookboek hebben. In het verleden waren de opdrachten namelijk wel van dien aard (n3,v,1, vakdidactisch handelen). In de tweede les gaan de leerlingen tijdens het practicum met onder andere IP-Coach aan de slag. De docent legt in les drie uit wat de essentie van de proeven was, waarna de leerlingen hun kennis over valmodellen ophalen. Ze moeten het model zo veranderen dat alle optredende krachten erin verwerkt

zijn. Dit is als voorbereiding van les 4, waarin ze het model opnieuw om moeten zetten in het model van een trilling. Ze gaan het ook testen. In de laatste les wil de docent een klasgesprek voeren om de rol van krachten en wrijving, onderwerpen die ze in de voorafgaande lessen al tegen zijn gekomen, in een trilling te verhelderen (n3, lesplan).

De uitgevoerde les

De voorbereiding voor deze lessenserie week af van de normale wijze omdat het gebruik van IP-Coach veel voorbereidingstijd kostte en ook het doen van de proef met demping was nieuw. De manier van voorbereiden was echter niet anders dan normaal. (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent)

De lessenserie week niet heel veel af van de gangbare manier waarop het onderwerp wordt behandeld. De leerlingen hebben iets meer practicum gekregen. Het practicum zelf stond van te voren al vast, maar de combinatie met de computer was wel nieuw (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent). De docent is van plan om de lessenserie het volgend jaar in grote lijnen weer zo. (n3,n,1, schets van de ideale situatie). Op enkele punten denkt de docent dat de lessenserie verbeterd kan worden. Dat is onder andere bij de practicumles waarbij de leerlingen de demping moesten meten want dat liep niet geheel naar wens. Door twee toevalligheden hadden de leerlingen te weinig tijd om de metingen te doen (n3,n,1, schets van de ideale situatie).

De computer is bij deze lessenserie gebruikt omdat dit onderzoek het vroeg. Daarnaast vindt de docent rekenmodellen een goede manier om leerlingen inzicht te geven in het soort bewegingen zoals trillingen. De meting als zodanig, en het opnemen van een grafiek is goed voor hun inzicht. De computer heeft volgens de docent het duidelijkst geholpen bij het beantwoorden van de vraag waar de snelheid het grootst is. Door de metingen met de computer hebben de leerlingen deze vraag beter beantwoord. Ze konden de beweging van de trilling goed volgen. Hiernaast verving de computer ook de stopwatch (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent).

Het onderdeel modelomgeving was nieuw voor de leerlingen (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent). Dit heeft er echter niet toe geleid dat de leerlingen anders bezig waren dan anders en ook de computers maakte geen verschil. (n3,n,1, didactische implicaties)

De leerlingen hebben in ieder geval geleerd om met IP-Coach te werken, zowel bij het rekenvel als in een modelomgeving. Door het onderdeel

modelomgeving hebben de leerlingen via de computer meer over trillingen geleerd, ze zijn er ook langer mee bezig geweest (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent).

Daarnaast was het experiment met demping nieuw. Hierbij is echter de trillingstijd van een gedempte trilling ten opzichte van een ongedempte trilling ondergesneeuwd. Misschien doordat ze die gedempte trillingstijd niet met de hand hebben gemeten wisten ze bij de repetitie niet goed dat de gedempte trilling in ieder geval in de situatie waaraan gemeten werd niet anders was dan de ongedempte trillingstijd (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent).

MANAGEMENTACTIVITEITEN VAN DE DOCENT

Het maken van de lessenserie kostte meer tijd dan er gewoonlijk voor is. Dat kwam mede door het gebruik van de computer. Daarvoor moest de docent veel regelen, organiseren en maken. Hij zou willen dat iemand anders die taken van hem over zou nemen, of dat hij iets dergelijks al een keer gedaan had. Dan zou het hem allemaal minder tijd kosten (n3,n,1, instructieactiviteiten van de docent).

DISCREPANTIE MET DE HUIDIGE SITUATIE

De docent ondervindt problemen met het feit dat de onderwerpen binnen het onderzoek, gedempte trillingen en computergebruik niet bij de BAVO kerndoelen of exameneisen behoren. Dit geeft onder andere wrijving bij zijn collega's, want er is ongelijkheid onder de leerlingen. Zijn leerlingen mogen of moeten wel met de computer werken en andere leerlingen mogen of hoeven dat niet. Hier komt nog bij dat er eigenlijk geen lessen voor over zijn (n3,n,1, discussie categorie).

Het zou volgens de docent beter zijn om het computerpracticum in het gewone lokaal te doen zodat ze kunnen wisselen tussen experiment en computer. Dit zorgt ervoor dat de leerlingen niet langer dan een uur gepland achter de computer hoeven te zitten. Ze moeten voor de afwisseling een experiment doen. Dat had de docent de leerlingen bij deze lessenserie ook kunnen laten doen. Ze hadden de dempingsproef na het maken van een model kunnen doen. Daarnaast hadden de leerlingen ook een extra les nodig voor

het werken met de rekenmodellen, ze kregen het nu niet helemaal af (n3,n,1, schets van de ideale situatie).

Bijlage 7 Voorbeeld samenvatting van een docent in fase 2

Dit is een voorbeeld van een samenvatting die met behulp van het analyse-instrument geanalyseerd zijn op kenmerken van een krachtige leeromgeving in fase 2 van het onderzoek. De samenvattingen van de andere docenten zijn opvraagbaar

SAMENVATTING VAN DOCENT N3 IN FASE 2

VERANDERINGEN VAN KENMERKEN DOCENT EN SCHOOL

Materiaal

I.P.-Coach 4 is aangeschaft maar loopt nog niet, ondanks dat de docent er hele dagen aan werk. Op het ogenblik is gevraagd om stapmeting 3.1 op te sturen want dat loopt in ieder geval wel. Het blijkt voor het programma weer heel erg moeilijk om de omstandigheden te voorzien waarin netwerken worden gebruikt. Er kan wel met een oude versie gewerkt worden maar de nieuwe versie is beter omdat men zegt dat het makkelijker te bedienen is voor leerlingen. Het programma heeft nog wat extra mogelijkheden, maar die heb je niet echt nodig, dus de oude versie voldoet ook (n3,v,2, ervaring van de docent).

Het enige dat veranderd is, is dat er in het computerlokaal moderne computers zijn gekomen en dat we, doordat er in lokaal 3.11 nieuwe computeraansluitingen zijn, 2 oude computers hebben staan die gebruikt kunnen worden. Dat betekent dat eventueel leerlingen als ze in de computerlessen in het computerlokaal niet helemaal klaarkomen, ze in het vaklokaal iets kunnen bekijken (n3,v,2, beschikbare computermaterialen).

Ondersteuning

De docent is nauwelijks in staat om (tijdrovende) taken uit handen te geven. Dat komt omdat hij het meeste geïnteresseerd, betrokken is bij dit soort ontwikkelingen. De amanuensis is niet in staat zo'n proef helemaal uit

proberen omdat de proef teveel een onderdeel van het lesgeven van de docent is. De amanuensis heeft zijn eigen taken zoals het maken van materiaal en het opzetten van opstellingen, die hij naar tevredenheid van de docent uitvoert. (n3,n,2, ondersteuning).

Wijzigingen in de leerlingengroep

De groep is een 4 havo groep, net als de vorige keer. dat was het vorig jaar ook.. Ik heb een kleine groep van 13 mensen en ik kan met 1 meetopstelling met een rouleermanier iedereen laten werken (n3,v,2, wijzigingen in de leerlingengroep).

De docent heeft met het programma 'de trage inbreker' en enkele sommen de voorkennis van de leerlingen geactiveerd. Het belangrijkste is, dat ze een beetje kwalitatief gevoel hebben voor kracht en versnelling want de lessen gaan over welke verband er is tussen kracht en versnelling (n3,v,2, wijzigingen in de leerlingengroep).

OP VATTINGEN VAN DE DOCENT

Constructivistische opvattingen

Tijdens de scholingsdag zijn er enkele termen besproken die bij de constructivistische stroming horen. De docent wordt naar zijn mening over deze termen gevraagd.

actief: De docent is er van overtuigd dat het actief bezig zijn, bijvoorbeeld het zelf problemen formuleren en het zoeken naar informatie belangrijk is. Hij is daar ook mee bezig. Deze vaardigheden probeert hij binnen sommige onderdelen van de les in te bouwen, zoals bij het practicum. Dat lukt niet altijd. Het formuleren van problemen is volgens de docent een hogere vaardigheid, die niet van de gemiddelde leerling geëist kan en mag worden. - Een aantal leerlingen kunnen dat beslist niet leren.

doelgericht: Al wordt dit maar voor een klein gedeelte in de lessen van de docent gerealiseerd, toch vindt hij het wenselijk. Het wordt in de les maar voor een klein beetje gerealiseerd omdat de leerstof die de docent zijn leerlingen aanbiedt, niet georganiseerd is volgens problemen formuleren. De leerlingen moeten een theorie-paragraaf lezen, een aantal opgaven maken. Hier zijn ze ongeveer 70% van hun tijd bezig. De rest is het doen van experimenten en daar komt het dan wel enigszins naar voren.

betekenis en structuurgericht: De bedoeling bij het experiment is dat het niet om feiten gaat maar om relaties die ze moeten uitvinden. Op deze manier zijn ze betekenis gericht bezig.

diagnostisch: dat zit niet doelbewust in de stof die de leerkracht gemaakt heeft verwerkt. Dit wil niet zeggen dat de docent het niet belangrijk vindt, hij komt er alleen niet aan toe. Als de leerlingen ergens niet uitkomen is de docent ervan overtuigt dat ze vanzelf naar hem toe komen.

multiple perspectieven: Dat gebeurt vooral tijdens een practicum. De leerlingen zien eerst iets gebeuren. Dit wordt vervolgens in data omgezet en tenslotte een grafiek van getekend. De theorie wordt dan niet alleen verwerkt door dingen te gaan narekenen, maar ze kunnen het als het ware voelen. Daarom zijn volgens hem de practica ook zo belangrijk. Eerst nemen de leerlingen iets waar en vervolgens worden er berekeningen aan gekoppeld.

contextgebonden: De docent maakt tijdens proeven gebruik van kleine schaalmodelletjes, een klein karretje of bootje. Dat is half in de leefwereld van de leerlingen. Ze kunnen zich daardoor goed voorstellen hoe het gaat. Die verbanden wordt niet expliciet gelegd in de leerstof, dat moeten ze zelf maar uitvinden.

concrete ervaringen: Concrete ervaringen komen niet duidelijk naar voren in de lesstof, er wordt klassikaal door de docent niet zoveel aandacht aan besteed. Als hij echter dingen uit moet leggen aan groepjes die met een opdracht vastgelopen zijn gebeurt dit vaak wel door middel van voorbeelden uit het dagelijkse leven. De docent denkt dat het echter meer in de lesstof zou moeten, alleen heeft hij daar nauwelijks tijd voor. Hij vindt het goed dat hij er nu aan herinnerd wordt.

gesitueerde kennis: Tijdens practica met schaalmodellen wordt er nog wel aandacht aan besteed, maar in de lespraktijk komt het bij hem nauwelijks aan bod al zou dat wel moeten. Het zou geen probleem zijn om goed onderwijs te geven als hij de helft van de lesstof had in 4 havo. De docent zou dan de mogelijkheid hebben voor een goede voorbereiding en leuke dingen in de les.

intrinsiek motivatie: De leerling is gemotiveerd omdat het bij zijn schoolprogramma hoort en bij zijn cijfermateriaal wat hij krijgt. Daarnaast heeft de docent het gevoel dat een aantal leerlingen ook geïnteresseerd zijn in de onderwerpen die in de klas behandeld worden. Dat het belangrijk is is voor de docent wel duidelijk, alleen zet hij vraagtekens bij de manier waarop het gerealiseerd moet worden.

diepe verwerking: Diepere verwerking doordat de leerlingen actief bezig zijn met de leerstof. Dat is iets wat de docent nastreeft, maar of leerlingen zover komen met die 3 lessen die ik voor ze heb gereserveerd, is twijfelachtig. Het principe is goed.

hogere orde vaardigheden: In de lessenserie wordt een probleem gedeeltelijk opgegeven en ze moeten er zelf een goede formulering voor vinden. De invulling hangt af van hun meetresultaten. Daar moeten ze uiteindelijk de vraagstelling ook verder mee uitwerken. Ze hebben een grove vraagstelling, vervolgens doen ze de metingen en aan de hand daarvan moeten ze zelf een precieze formulering geven van hun conclusies.

Het zijn dingen die ze allemaal nodig hebben in hun leven, willen ze een behoorlijke baan krijgen. Binnen school staat het lesprogramma vaak in de weg.

sociaal: Het sociale is zinnig en daar wordt in de klas van de docent ook vorm aan gegeven. Zo werken de leerlingen in groepjes van 3 of 4 mensen. Leerlingen hebben er heel veel moeite mee. Niet zozeer met natuurkunde, maar met het organiseren en de zelfdiscipline die het eist (n3,v,2, didactische opvattingen na de scholing).

Didactische opvattingen

De stellingen waarop de docent in de eerste fase gereageerd heeft zijn nog een keer aan hem voorgelegd. Nu wordt er ook een uitleg bij gegeven waarom de docent het met een bepaalde stelling eens of oneens is.

Het speelt niet de allergrootste rol in het onderwijs, maar het is wel belangrijk dat leerlingen beseffen dat de natuurkunde als wetenschap het resultaat is van menselijke gedachteconstructies. Het is goed om de leerlingen eens na te laten denken over de filosofische aspecten van natuurkunde. Het is voor een aantal leerlingen van belang om bij natuurkunde op de middelbare school wetenschappelijk te leren denken. Er zijn leerlingen die later echt de wetenschappelijke kant uit zullen gaan. Die hebben er volgens de docent baat bij. Maar er zijn veel leerlingen die niet de wetenschappelijke kant uitgaan en waarbij het niet uitmaakt of dat nu het belangrijkste is wat ze leren. Het is evenmin het belangrijkste dat leerlingen tijdens natuurkunde leren hun kennis in een wetenschappelijk kader te plaatsen. Het is een van de aspecten die van belang zijn, maar de docent beschouwt het niet als het belangrijkste (n3,n,2, vakdidactische opvattingen).

Tabel 4: Mening over stellingen fase 1 & fase 2

Stellingen	fase 2	fase 1
<i>De leerling leert het beste door een voorbeeldsituatie grondig te onderzoeken en daaruit de theorie af te leiden</i>	3	3
<i>Het is belangrijk dat leerlingen beseffen dat de natuurkunde als het resultaat is van gedachteconstructies</i>	4	4
<i>Als de leerlingen de definities en formules kunnen toepassen snappen ze al veel van de natuurkunde.</i>	4	3
<i>De beste manier om iets te leren begrijpen is het zelf aan anderen te moeten uitleggen.</i>	4	5
<i>Met practicum en sturende opdrachten kunnen leerlingen zelf vele natuurkundige verschijnselen en wetten ontdekken.</i>	4	2
<i>Als leerlingen iets zelf ontdekt hebben blijft het beter hangen dan als het ze gepresenteerd is.</i>	5	5
<i>Belangrijkste bij natuurkunde op de middelbare school is het leren wetenschappelijk te denken.</i>	3	4
<i>Belangrijkste bij natuurkunde op de middelbare school is dat leerlingen hun alledaagse kennis in een wetenschappelijk kader leren te plaatsen.</i>	4	4
<i>Leerlingen kunnen het beste zo zelfstandig mogelijk werken, daar leren ze het meest van.</i>	5	4
<i>Beter eerst theoretische begrippen en wetten leren en daarna toepassen op concrete voorbeelden, dan omgekeerd</i>	3	2
<i>Ik vind het zeer belangrijk dat ik de kinderen leer dat de natuurkunde een bepaalde interpretatie is en dat er meerdere interpretaties van eenzelfde verschijnsel zijn.</i>	3	4

1=helemaal niet mee eens, 2=niet mee eens, 3=geen mening, 4=me e eens, 5=helemaal mee eens.

De docent heeft wel een mening over het feit dat natuurkunde het beste geleerd kan worden door middel van het grondig bestuderen van een voorbeeldsituatie. De docent vindt echter niet dat voor elke leerling de stelling geldt. Voor leerlingen die geïnteresseerd zijn is het een goede manier, maar er zijn leerlingen die zo snel mogelijk willen leren waarom iets zo is. Je moet, rekening houdend met dit en de leereffecten die groter zijn bij het grondig bestuderen, een middenweg proberen te vinden. Het hangt ook van het onderwerp af. Sommige onderwerpen lenen zich er beter voor dan anderen.

Een ander probleem wat volgens de docent er ook nog bij komt kijken is de complexiteit van een voorbeeldsituatie. Het kan erg frustrerend werken voor leerlingen als ze er niet uitkomen (n3,n,2, vakdidactische opvattingen).

Het is voor de docent een open deur om te stellen dat de beste manier om iets te leren begrijpen het zelf aan anderen uit te leggen is. Er zijn vaak echter meer mogelijkheden die een rol spelen, er zijn meer manieren. Leerlingen kunnen wel het beste zo zelfstandig mogelijk werken omdat ze daar het meest van leren (n3,n,2, vakdidactische opvattingen).

Leerlingen kunnen niet met practicum en sturende opdrachten alle natuurkundige verschijnselen ontdekken. Daar hebben de middelbare schoolleerlingen geen tijd voor, het studieprogramma is daar te omvangrijk voor. De docent vindt dat de leerlingen teveel feitjes moeten weten volgens de eindexamennormering, die niet om het doel gaan. Het eind examenprogramma is te breed en oppervlakkig (n3,n,2, vakdidactische opvattingen).

De docent ziet het als goede test om te toetsen of de leerlingen de definities en formules kunnen toepassen. Op deze manier achterhaalt de docent of ze een werkbaar beeld van de situatie hebben. Het hangt van het onderwerp af of eerst de theorie te leren en daarna toe te passen of andersom. Over het algemeen is de volgorde van eerst practicum en dan theorie is tijdrovender als andersom. Ze leren er wel meer van. Het kan echter ook zo zijn dat een bepaald practicum het begrip juist in de weg staat vanwege de moeilijkheidsgraad. Het kan een heel zinnige proef zijn, maar het hoeft niet bij te dragen tot een beter begrip van de theorie. De leerlingen moeten wel de gedachten hebben dat een theorie niets vaststaands is, maar dat er meerdere interpretaties zijn (n3,n,2, vakdidactische opvattingen).

HET ONDERWIJSLEERPROCES

De geplande les

De bijeenkomst heeft in zoverre bijgedragen dat tijdens de workshop het onderwerp van de les verzonnen is. De opdracht was een proef te ontwerpen die meer mensen tegelijk konden afnemen in dezelfde klas. Ik ga nu een proef doen die meerdere docenten uit het onderzoek. De docent heeft een instructie geschreven, die hij in de klas gaat uitproberen, als de leerlingen voor het eerst de proef gaan doen. De docent heeft echter niet de tijd gehad om rustig de verschillende fouten en problemen te detecteren en er uit te halen.

Het onderwerp is iets concreter dan de lessenserie in de eerste fase. De docent denkt dat de beweging van een autootje en een bootje iets concreter is

als een gewichtje aan een veertje. Hij heeft niet bewust rekening gehouden met constructivistische opvattingen. Dat het allemaal wat concreter is, is niet bewust komt alleen door het soort onderwerp (n3,v,2, ervaring van de docent).

De les wijkt af van de gangbare manier, waarop het onderwerp behandeld wordt. Normaal wordt er of geen proef aan gewijd of alleen een demonstratieproef maar nu moeten leerlingen het zelf doen. De verwerking is met de computer in plaats van met de hand. Dat betekent dat er veel meer informatie uitkomt, er worden minder veronderstellingen gedaan. De leerlingen kunnen zelf zien wat er gebeurt (n3,v,2, instructieactiviteiten van de docent).

De uitgevoerde les

Vanwege het feit dat de docent deze proef nog nooit had uitgevoerd, moest er nog van alles voor gemaakt worden. De docent en de amanuensis hebben veel tijd gestoken in het maken van nieuw materiaal. De proef moest ook uitgetoetst worden. Het werken met de computer als middel om gegevens te verwerken was nieuw voor de leerkracht. Bij het uitproberen van het programma moesten er dingen in de originele tekst veranderd worden omdat het programma anders reageerde dan de docent voorzien had. Het voordeel van het maken van eigen materiaal is dat het makkelijker te veranderen is. Bij kant en klare dingen is het afwachten of het aansluit bij de leerlingen. Bij dit onderwerp heeft de docent de computer gebruikt omdat deze metingen vrij omslachtig en heel tijdrovend zijn om op een andere manier te doen. Het maakt een meting mogelijk die je in het verleden niet deed (n3,n,2, instructieactiviteiten van de docent).

De lessenserie is ook anders voor de leerlingen omdat ze nu veel actiever bezig zijn. Ze moeten zelf de metingen doen en staan dus boven op de dingen die gebeuren (n3,n,2, instructieactiviteiten van de docent).

De docent was vrij tevreden over de proef met het karretje. De bediening van het programma ging ook goed. Alleen was de verwerking met IP-Coach voor de leerlingen erg moeilijk (n3,n,2, instructieactiviteiten van de docent).

Door het gebruik van de computer was de docent in staat de proef door de leerlingen uit te laten voeren. Voorheen was het meestal een demonstratieproef die hij zelf voor deed, maar op deze manier wordt de betrokkenheid van de leerlingen groter. De docent denkt dat het een zichzelf versterkend proces (n3,n,2, instructieactiviteiten van de docent).

De leerlingen hebben door op deze manier de stof te verwerken volgens de docent niet meer of minder geleerd. Alles bij elkaar genomen werd er wel veel van de leerlingen gevraagd. Het is een complex van factoren. Ten eerste moeten ze een moeilijke proef uitvoeren, de vraagstelling was niet eenvoudig, en vervolgens moeten ze het op een voor hun ongebruikelijke manier gaan verwerken. Nu hebben ze wel door dat het niet moeilijker is om met een computer te meten dan met een ander apparaat. Ze hebben geleerd om goede metingen te doen. Kritisch te kijken welke metingen onzuiver zijn en weg gegooid moeten worden (n3,n,2, instructieactiviteiten van de docent).

De leerlingen

De verslagen waren zwaar onvoldoende. Dat was in groepjes van 3 of 4. Ze doen altijd groepjes van 3 of 4. Dat is normaal voor hun (n3,n,2, didactische implicaties).

DISCREPANTIES TUSSEN DE IDEALE SITUATIE EN DE FEITELIJKE SITUATIE

De lessenserie voldoet helemaal aan wat ze moeten kunnen voor het eindexamen. Het is een voorbereiding voor het doen van eigen onderzoek. Het is volgens de docent iets te veel gevraagd om hiermee in de vierde al mee te beginnen. Het moet eenvoudiger. Uit eigen ervaring weet de docent dat hij in het algemeen de neiging heeft om de leerlingen te overvragen, als hij een nieuw lessenserie heeft ontworpen. Als hij het een keer heeft uitgeprobeerd merkt hij dat het anders moet (n3,n,2, discussie categorie).

In deze lessenserie was de open vraagstelling moeilijk voor de leerlingen. Het zou ook wenselijk zijn dat de leerlingen meer ervaring zouden hebben met IP-Coach (n3,n,2, schets van de ideale situatie).

De docent vindt het ten slotte jammer dat de verwerking op de computer niet in hetzelfde lokaal kan gebeuren als de proeven, Nu had hij geen controle over de verwerking en kon hij de leerlingen niet begeleiden (n3,n,2, didactische implicaties).

WORKSHOP 3 OKTOBER

Uitnodiging voor de bijeenkomst op maandag 3 oktober.

Plaats: Matthias van Geunsgebouw (zaal 1), Bolognalaan 32, Utrecht.
Op de bijgevoegde plattegrond is dit gebouw te vinden in het midden van de Uithof. Het Matthias van Geunsgebouw is hierop nog aangegeven als Faciliteitengebouw. Het ligt direct voor de parkeergarage van het A.Z.U. (Academisch Ziekenhuis Utrecht). U kunt parkeren op het parkeerterrein tegenover het gebouw. De buslijnen naar de Uithof (vanaf Centraal station o.a. bus 11 en 12) zijn ook op het kaartje aangegeven. U kunt uitstappen bij de halte 'Bestuursgebouw'.

Tijd: 15.00 tot 17.30: uur het eerste deel van het programma.
17.30 tot 18.30: uur maaltijd in het Matthias van Geunsgebouw.
18.30 tot 21.00: uur het tweede deel van het programma.

Agenda: 15.00 - 15.15 uur: Welkom en kennismaking.
15.15 - 16.00 uur: Achtergrond en doel van het onderzoek.
Doel: tegen de achtergrond van recente ontwikkelingen in de technologie en leertheorieën onderzoeken wat de inhoudelijke en didactische mogelijkheden en grenzen zijn van het gebruik van de computer in het natuurkunde onderwijs. Bovendien wordt hierbij nagegaan wat de mogelijkheden en grenzen van de "docent als ontwerper" van dit onderwijs zijn.

- Recente ontwikkelingen in de leertheorie en in begripsontwikkeling.
- Het begrip krachtige leeromgeving.
- De docent als ontwerper.

- 16.00 - 16.15 uur: Samenvatting van de eerste fase van het onderzoek.
- 16.15 - 17.00 uur: Opzet tweede deel van het onderzoek:
- lessenvoorbereiding en opzet;
 - keuze van thema's.
- 17.00 - 17.30 uur: Enkele demonstraties.
- 17.30 - 18.30 uur: Maaltijd aangeboden in Matthias van Geunsgebouw.
- 18.30 - 20.00 uur: Workshop voor uitwerking van ideeën voor de lessenreeks in het najaar.
- 20.00 - 20.30 uur: Inventarisatie van ideeën.
- 20.30 - 21.00 uur: Verdere afspraken en wvttk.

De docenten hebben van tevoren een reader met enkele artikelen toegestuurd gekregen met nieuwe opvattingen over leren en instructie, o.a. over het socio-constructivisme. Deze literatuur was matig gelezen.

Vervolgens zijn tijdens de bijeenkomst aan de hand van een powerpoint presentatie tijdens de bijeenkomst de belangrijkste principes van het constructivisme toegelicht.

Daarna is de videoband van de Jasperserie als een voorbeeld van gebruik van nieuwe media in het onderwijs vanuit een constructivistische opvatting.

De discussie onder leiding van Prof. Dr. P. Lijnse richtte zich op de toepassing van het gepresenteerde in de les.

In het tweede deel van de bijeenkomst hebben de docenten in subgroepen gewerkt aan het ontwerpen van een les volgens de besproken uitgangspunten. De belangrijkste delen van de bijeenkomst (presentatie, discussie en groepswork) zijn op band opgenomen en uitgetypt. Deze protocollen zijn opvraagbaar.

Bijlage 9: Analyse-instrument voor samenvattingen voor fase 1 en 2

<p>1) HADSTREEKDE TUSSEN FASE 1</p> <p>1.1) Erkennen van de onderdelen van het kader van het onderzoek</p>	<p>.....</p> <p>.....</p>
<p>1.2) toepassingen binnen navolgende contexten</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p>
<p>1.3) enkelvoudige of complexe opgaven</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p>
<p>1.4) motivatie/interactie</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p>
<p>2) FLEXIBELE PROBLEEMNADERING DOOR LEEFENDE FASE 1</p>	

**Analyse-instrument voor de samenvattingen
in het kader van het onderzoek
'Kenmerken van een krachtige leeromgeving**

Naam codeur:.....

Naam docent:.....

Fase :.....

Bron :.....

ALGEMENE KENMERKEN:

* onderwijservaring:

* computerervaring:

* sectie :

* methode :

* computer (freq/jr.):

* ondersteuning :

* klas :

1) NAGESTREEFDE DOELEN FASE 1	
1.1) feitenkennis versus begrippen/inzicht/toepassingen	
1.2) toepassingen binnen zinvolle binnenschoolse contexten versus buitenschoolse contexten	
1.3) enkelvoudige opgaven versus complexe opgaven	
1.4) motivatie/interessen	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

2) FLEXIBELE PROBLEEMBENADERING DOOR LEERLING FASE 1

MANAGEMENTACTIVITEITEN FASE 1

2.1) verschillende informatiebronnen (welke?)	
2.2) informatie tegenover elkaar afgewogen en/of aanvullend	
2.3) onderhandelingen over betekenissen tussen leraar en leerling.	
2.4) onderhandelingen tussen leerlingen over betekenissen	
2.5) verschillende oplossingen voor hetzelfde probleem	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

3) ACTIVITEIT LEERLING FASE 1

<p>3.1) zelfstandig werken (uitvoeren opdrachten)</p>	
<p>3.2) zelfstandig samenwerken (samen uitvoeren opdrachten)</p>	
<p>3.3) zelfstandig leren (leerlingen bepalen leerstrategie, tijd en plaats)</p>	
<p>3.4) zelfverantwoordelijk leren (leerlingen controleren enkele van de (of alle) volgende aspecten leerdoelen, leerstrategie, metingen van veranderingen, feedback)</p>	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

4) DIDACTISCHE VORMGEVING

<p>MANAGEMENTACTIVITEITEN</p>	<p>FASE 1</p>
-------------------------------	----------------------

4.1) beschikbaarheid leermiddelen	
4.2) klasseorganisatie	
4.3) registratie leeractiviteiten	
4.4) registratie leereffecten	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

DIDACTISCHE VORMGEVING

INSTRUCTIE-ACTIVITEITEN VAN DE LERAAR FASE 1	
4.5) geven van informatie	
4.6) geven van complexe opgaven	
4.7) overwegend begeleiden	

4.8) voortbouwen op aanwezige kennis (bij leerling)	
4.9) start vanuit realistische context	
4.10) controle (wijze van feedback geven, beoordelen en toetsen, constructie van evaluatie-instrumenten)	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

DIDACTISCHE VORMGEVING

GROEPSWERK FASE 1	
4.11) werken in groepen	
4.12) groepswerk aan de hand van één opdracht	
4.13) groepen met verschillende opdrachten bezig	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

5) GEBRUIK COMPUTER (PLAATSING OP CONTINUUM) FASE 1	
5.1) leren bedienen van computer en/of programma	
5.2) demonstratie van reeds aanwezige kennis (door docent of leerling)	
5.3) explorerend (door leerling)	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

6) BELEMMERINGEN M.B.T. HET ONTWERPEN EN REALISEREN VAN KRACHTIGE LEEROMGEVINGEN FASE 1	
6.1) in de docent	
6.2) bij de leerlingen	

6.3) leermiddelen	
6.4) schoolsfeer	
6.5) schoolorganisatie	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

1.3) uitvoering opgaben (v)	
1.4) motiveren (v)	
2) FLEXIBEL PROBLEEMNADERING DOOR LEERLING	
1.1) verschillende informatiebronnen (v)	

ANALYSE-INSTRUMENT CASEBESCHRIJVING

Naam codeur:.....

Naam docent:.....

Fase :.....

Bron :.....

ALGEMENE KENMERKEN:

* onderwijservaring:

* computerervaring:

* sectie :

* methode :

* computer (freq/jr.):

* ondersteuning :

* klas :

1) NAGESTREEFDE DOELEN FASE 2	
1.1) feitenkennis versus begrippen/inzicht/toepassingen	
1.2) toepassingen binnen zinvolle binnenschoolse contexten versus buitenschoolse contexten	
1.3) enkelvoudige opgaven versus complexe opgaven	
1.4) motivatie/interessen	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

2) FLEXIBELE PROBLEEMBENADERING DOOR LEERLING FASE 2	
2.1) verschillende informatiebronnen (welke?)	

2.2) informatie tegenover elkaar afgewogen en/of aanvullend	
2.3) onderhandelingen over betekenissen tussen leraar en leerling.	
2.4) onderhandelingen tussen leerlingen over betekenissen	
2.5) verschillende oplossingen voor hetzelfde probleem	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

3) ACTIVITEIT LEERLING FASE 2	
3.1) zelfstandig werken (uitvoeren opdrachten)	
3.2) zelfstandig samenwerken (samen uitvoeren opdrachten)	

3.3) zelfstandig leren (leerlingen bepalen leerstrategie, tijd en plaats)	
3.4) zelfverantwoordelijk leren (leerlingen controleren enkele van de (of alle) volgende aspecten leerdoelen, leerstrategie, metingen van veranderingen, feedback)	

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

4) DIDACTISCHE VORMGEVING

MANAGEMENTACTIVITEITEN FASE 2	
4.1) beschikbaarheid leermiddelen	
4.2) klasseorganisatie	
4.3) registratie leeractiviteiten	
4.4) registratie leereffecten	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

DIDACTISCHE VORMGEVING

INSTRUCTIE-ACTIVITEITEN VAN DE LERAAR FASE 2	
4.5) geven van informatie	
4.6) geven van complexe opgaven	
4.7) overwegend begeleiden	
4.8) voortbouwen op aanwezige kennis (bij leerling)	
4.9) start vanuit realistische context	
4.10) controle (wijze van feedback geven, beoordelen en toetsen, constructie van evaluatie-instrumenten)	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

DIDACTISCHE VORMGEVING

GROEPSWERK FASE 2	
4.11) werken in groepen	
4.12) groepswerk aan de hand van één opdracht	
4.13) groepen met verschillende opdrachten bezig	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

5) GEBRUIK COMPUTER (PLAATSING OP CONTINUUM) FASE 2	
5.1) leren bedienen van computer en/of programma	
5.2) demonstratie van reeds aanwezige kennis (door docent of leerling)	

5.3) explorerend (door leerling)	
----------------------------------	--

per steekwoord wordt via de volgende codering de aard van het gegeven aangeduid: voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

6) BELEMMERINGEN M.B.T. HET ONTWERPEN EN REALISEREN VAN KRACHTIGE LEEROMGEVINGEN FASE 2	
6.1) in de docent	
6.2) bij de leerlingen	
6.3) leermiddelen	
6.4) schoolsfeer	
6.5) schoolorganisatie	

voornemen (v), realisatie (r), opvatting (o), evaluatie (e), randvoorwaarde (rv), belemmering (b)

Bijlage 10: Activiteitenverslag docenten

Wat is de bedoeling... die te maken hebben met het ontwerpen van de... willen we een stel gegevens... zicht te krijgen in het tijdschema van de... want de knelpunten zijn...

Van iedere activiteit willen we de volgende gegevens hebben in de... a. Het woord staat er in de... b. Een... c. De... d. De... e. De... f. De... g. De... h. De... i. De... j. De... k. De... l. De... m. De... n. De... o. De... p. De... q. De... r. De... s. De... t. De... u. De... v. De... w. De... x. De... y. De... z. De... aa. De... ab. De... ac. De... ad. De... ae. De... af. De... ag. De... ah. De... ai. De... aj. De... ak. De... al. De... am. De... an. De... ao. De... ap. De... aq. De... ar. De... as. De... at. De... au. De... av. De... aw. De... ax. De... ay. De... az. De... ba. De... bb. De... bc. De... bd. De... be. De... bf. De... bg. De... bh. De... bi. De... bj. De... bk. De... bl. De... bm. De... bn. De... bo. De... bp. De... bq. De... br. De... bs. De... bt. De... bu. De... bv. De... bw. De... bx. De... by. De... bz. De... ca. De... cb. De... cc. De... cd. De... ce. De... cf. De... cg. De... ch. De... ci. De... cj. De... ck. De... cl. De... cm. De... cn. De... co. De... cp. De... cq. De... cr. De... cs. De... ct. De... cu. De... cv. De... cw. De... cx. De... cy. De... cz. De... da. De... db. De... dc. De... dd. De... de. De... df. De... dg. De... dh. De... di. De... dj. De... dk. De... dl. De... dm. De... dn. De... do. De... dp. De... dq. De... dr. De... ds. De... dt. De... du. De... dv. De... dw. De... dx. De... dy. De... dz. De... ea. De... eb. De... ec. De... ed. De... ee. De... ef. De... eg. De... eh. De... ei. De... ej. De... ek. De... el. De... em. De... en. De... eo. De... ep. De... eq. De... er. De... es. De... et. De... eu. De... ev. De... ew. De... ex. De... ey. De... ez. De... fa. De... fb. De... fc. De... fd. De... fe. De... ff. De... fg. De... fh. De... fi. De... fj. De... fk. De... fl. De... fm. De... fn. De... fo. De... fp. De... fq. De... fr. De... fs. De... ft. De... fu. De... fv. De... fw. De... fx. De... fy. De... fz. De... ga. De... gb. De... gc. De... gd. De... ge. De... gf. De... gg. De... gh. De... gi. De... gj. De... gk. De... gl. De... gm. De... gn. De... go. De... gp. De... gq. De... gr. De... gs. De... gt. De... gu. De... gv. De... gw. De... gx. De... gy. De... gz. De... ha. De... hb. De... hc. De... hd. De... he. De... hf. De... hg. De... hh. De... hi. De... hj. De... hk. De... hl. De... hm. De... hn. De... ho. De... hp. De... hq. De... hr. De... hs. De... ht. De... hu. De... hv. De... hw. De... hx. De... hy. De... hz. De... ia. De... ib. De... ic. De... id. De... ie. De... if. De... ig. De... ih. De... ii. De... ij. De... ik. De... il. De... im. De... in. De... io. De... ip. De... iq. De... ir. De... is. De... it. De... iu. De... iv. De... iw. De... ix. De... iy. De... iz. De... ja. De... jb. De... jc. De... jd. De... je. De... jf. De... jg. De... jh. De... ji. De... jj. De... jk. De... jl. De... jm. De... jn. De... jo. De... jp. De... jq. De... jr. De... js. De... jt. De... ju. De... jv. De... jw. De... jx. De... jy. De... jz. De... ka. De... kb. De... kc. De... kd. De... ke. De... kf. De... kg. De... kh. De... ki. De... kj. De... kl. De... km. De... kn. De... ko. De... kp. De... kq. De... kr. De... ks. De... kt. De... ku. De... kv. De... kw. De... kx. De... ky. De... kz. De... la. De... lb. De... lc. De... ld. De... le. De... lf. De... lg. De... lh. De... li. De... lj. De... lk. De... ll. De... lm. De... ln. De... lo. De... lp. De... lq. De... lr. De... ls. De... lt. De... lu. De... lv. De... lw. De... lx. De... ly. De... lz. De... ma. De... mb. De... mc. De... md. De... me. De... mf. De... mg. De... mh. De... mi. De... mj. De... mk. De... ml. De... mm. De... mn. De... mo. De... mp. De... mq. De... mr. De... ms. De... mt. De... mu. De... mv. De... mw. De... mx. De... my. De... mz. De... na. De... nb. De... nc. De... nd. De... ne. De... nf. De... ng. De... nh. De... ni. De... nj. De... nk. De... nl. De... nm. De... nn. De... no. De... np. De... nq. De... nr. De... ns. De... nt. De... nu. De... nv. De... nw. De... nx. De... ny. De... nz. De... oa. De... ob. De... oc. De... od. De... oe. De... of. De... og. De... oh. De... oi. De... oj. De... ok. De... ol. De... om. De... on. De... oo. De... op. De... oq. De... or. De... os. De... ot. De... ou. De... ov. De... ow. De... ox. De... oy. De... oz. De... pa. De... pb. De... pc. De... pd. De... pe. De... pf. De... pg. De... ph. De... pi. De... pj. De... pk. De... pl. De... pm. De... pn. De... po. De... pp. De... pq. De... pr. De... ps. De... pt. De... pu. De... pv. De... pw. De... px. De... py. De... pz. De... qa. De... qb. De... qc. De... qd. De... qe. De... qf. De... qg. De... qh. De... qi. De... qj. De... qk. De... ql. De... qm. De... qn. De... qo. De... qp. De... qq. De... qr. De... qs. De... qt. De... qu. De... qv. De... qw. De... qx. De... qy. De... qz. De... ra. De... rb. De... rc. De... rd. De... re. De... rf. De... rg. De... rh. De... ri. De... rj. De... rk. De... rl. De... rm. De... rn. De... ro. De... rp. De... rq. De... rr. De... rs. De... rt. De... ru. De... rv. De... rw. De... rx. De... ry. De... rz. De... sa. De... sb. De... sc. De... sd. De... se. De... sf. De... sg. De... sh. De... si. De... sj. De... sk. De... sl. De... sm. De... sn. De... so. De... sp. De... sq. De... sr. De... ss. De... st. De... su. De... sv. De... sw. De... sx. De... sy. De... sz. De... ta. De... tb. De... tc. De... td. De... te. De... tf. De... tg. De... th. De... ti. De... tj. De... tk. De... tl. De... tm. De... tn. De... to. De... tp. De... tq. De... tr. De... ts. De... tu. De... tv. De... tw. De... tx. De... ty. De... tz. De... ua. De... ub. De... uc. De... ud. De... ue. De... uf. De... ug. De... uh. De... ui. De... uj. De... uk. De... ul. De... um. De... un. De... uo. De... up. De... uq. De... ur. De... us. De... ut. De... uu. De... uv. De... uw. De... ux. De... uy. De... uz. De... va. De... vb. De... vc. De... vd. De... ve. De... vf. De... vg. De... vh. De... vi. De... vj. De... vk. De... vl. De... vm. De... vn. De... vo. De... vp. De... vq. De... vr. De... vs. De... vt. De... vu. De... vv. De... vw. De... vx. De... vy. De... vz. De... wa. De... wb. De... wc. De... wd. De... we. De... wf. De... wg. De... wh. De... wi. De... wj. De... wk. De... wl. De... wm. De... wn. De... wo. De... wp. De... wq. De... wr. De... ws. De... wt. De... wu. De... wv. De... ww. De... wx. De... wy. De... wz. De... xa. De... xb. De... xc. De... xd. De... xe. De... xf. De... xg. De... xh. De... xi. De... xj. De... xk. De... xl. De... xm. De... xn. De... xo. De... xp. De... xq. De... xr. De... xs. De... xt. De... xu. De... xv. De... xw. De... xx. De... xy. De... xz. De... ya. De... yb. De... yc. De... yd. De... ye. De... yf. De... yg. De... yh. De... yi. De... yj. De... yk. De... yl. De... ym. De... yn. De... yo. De... yp. De... yq. De... yr. De... ys. De... yt. De... yu. De... yv. De... yw. De... yx. De... yy. De... yz. De... za. De... zb. De... zc. De... zd. De... ze. De... zf. De... zg. De... zh. De... zi. De... zj. De... zk. De... zl. De... zm. De... zn. De... zo. De... zp. De... zq. De... zr. De... zs. De... zt. De... zu. De... zv. De... zw. De... zx. De... zy. De... zz.

- 1 Datum (vrijdag of zaterdag)
- 2 Tijdsduur (afgeleid op verzoek van de...)
- 3 Omschrijving (afgeleid op verzoek van de...)
- 4 Het gebruikte materiaal (afgeleid op verzoek van de...)
- 5 Doel van de activiteit
- 6 De bij deze activiteit onderzochte problemen
- 7 De gevonden oplossingen bij de hierboven genoemde problemen

De opmerking hierboven komt overeen met de... door u ingevuld worden. Per activiteit kunt u... gebruiken, dat wil dus zeggen dat u... horizontale lijnen heeft aan te... beschrijven verzoeken we u in een nieuwe... indien een activiteit vrijwel identiek is aan een... daarmee verwezen worden, met de verwijzing... die anders zijn, wel ingevuld worden.

Bij punt 3, het omschrijven van de activiteit... uit de volgende lijst in te vullen. De lijst activiteiten... is

Activiteitenverslag docenten

Het is de bedoeling dat in dit verslag alle activiteiten opgeschreven worden die te maken hebben met het ontwerpen van de lessenserie. Per activiteit willen we een stel gegevens hebben voor zover deze van toepassing zijn.

Probeer u zo volledig mogelijk alle activiteiten en vooral alle knelpunten (opgeloste en niet opgeloste) te noteren. Bedenkt u daarbij dat ons doel is inzicht te krijgen in het tijdsbeslag van de verschillende activiteiten en weten waar de knelpunten zitten.

Van iedere activiteit willen we de volgende gegevens hebben:

- 1 Datum (vb: 1 januari of 1 jan. of 1/1)
- 2 tijdsduur (afgerond op veelvoud van 5 minuten)
- 3 Omschrijving van de activiteit (m.b.v. lettercode, zie hiervoor de volgende bladzijde)
- 4 Het gebruikte materiaal (boeken, tijdschriften, practicum materiaal, computer (programma's)) (n.v.t.)
- 5 Doel van de activiteit
- 6 De bij deze activiteit ondervonden problemen (n.v.t.)
- 7 De gevonden oplossingen bij de hierboven genoemde problemen (n.v.t.)

De opsomming hierboven komt overeen met de 7 kolommen op de vellen die door u ingevuld worden. Per activiteit kunt u zoveel ruimte als u nodig hebt gebruiken, dat wil dus zeggen dat u zich in dat opzicht niets van de horizontale lijnen hoeft aan te trekken. Als u echter een nieuwe activiteit gaat beschrijven verzoeken we u in een nieuwe balk te beginnen.

Indien een activiteit vrijwel identiek is aan een eerdere activiteit mag daarnaar verwezen worden, mits de verwijzing duidelijk is en de gegevens die anders zijn, wel ingevuld worden.

Bij punt 3, het omschrijven van de activiteit verzoeken we u een lettercode uit de volgende lijst in te vullen. De lijst activiteiten probeert uitputtend te

zijn. Het is echter mogelijk dat u een van uw activiteiten niet goed in een van deze hokjes kunt plaatsen; zoudt u in dat geval zelf bij een van de niet ingevulde lettercodes onderaan deze lijst een omschrijving willen invullen en deze lettercode vervolgens op de formulieren willen gebruiken.

- a. Vaststellen leerdoelen.
- b. Vaststellen werkvormen van verschillende lessen.
- c. Vaststellen te behandelen begrippen en formules.
- d. Raadplegen/lezen van boeken of tijdschriften.
- e. Raadplegen/lezen van lesplannen van andere docenten
- f. Telefoneren met een instantie of persoon.
- g. Discussiëren met collega's / toa
- h. Proeven bedenken.
- i. Een proef uitproberen.
- j. Meetgegevens verzamelen om ze door ll. te laten bewerken.
- k. Een taak delegeren.
- l. Sheets schrijven.
- m. Een handleiding voor een computerprogramma schrijven.
- n. Een handleiding voor een proef schrijven.
- o. Ander leerlingenmateriaal dan k. of l. schrijven.
- p. Bewerken van bestaand leerlingenmateriaal.
- q. Kopiëren.
- r. Een bordschema maken.
- s. Bestellen materiaal
- t. Kopen materiaal.
- u. Repareren materiaal.
- v. Reserveren van een lokaal.
- x. Het maken van toetsmateriaal.
- y. Het invullen/schrijven van een lesplan.
- z. Anders
- aa.
- bb.

Bijlage 11: Observatie instrument

Observatie instrument in het kader van het onderzoek 'Kenmerken van een krachtige leeromgeving

doel:

het vaststellen van frequentie en structuur van instructie-gedragingen en management-gedragingen van de leraar tijdens lessen natuurkunde

methode:

- 1) *voor het vaststellen van de frequentie en duur van instructie- en management-gedragingen van de leraar, en voor het controleren van de betrouwbaarheid van de leerling-logboeken:*

systematische observatie met behulp van een aangepaste COMMIT(-II)(vgl. Roelofs, 1993, p. 68) tijdens twee lessen per leraar: een 'gewone' les en een computerles;
door één observator, bij voorkeur m.b.v. laptop.

- 2) *voor het verkrijgen van informatie over instructie-vaardigheden en management-vaardigheden van de leraar:*

scoring (achteraf) van video-registraties van twee lessen per leraar: een 'gewone' les en een computerles;
met behulp van de (aangepaste) MIS (Management & InstructieSchaal; vgl. o.a. Roelofs, 1993);
onafhankelijk door twee beoordelaars.

instrumenten:*observatie-categorieën*

1 de leraar	1.1 activiteiten	1.1.1 instructie	1.1.1.1 voorbereiding	
			1.1.1.2 presentatie	
			1.1.1.3 realiseren taakruimte	
	1.1.1.4 feedback			
	1.1.1.5 evaluatie			
		1.1.2 management	1.1.2.1 voorbereidingen	
			1.1.2.2 organisatie	
			1.1.3 overige	
		1.2 contactgroep	1.2.1 hele klas	
			1.2.2 subgroepje	
	1.2.3 individu			
	1.2.4 geen			
2 de leerling	2.1 activiteiten	2.1.1 taakgericht	2.1.1.1 instructie volgen	
			2.1.1.2 zelfstandig werken	
			2.1.1.3 gecontroleerd worden	
			2.1.2 procedureel	2.1.2.1 organisatie
				2.1.2.2 wachten
				2.1.3 niet taakgericht
		2.2 contactbron	2.2.1 leraar	
			2.2.2 medeleerling(en)	
			2.2.3 leerboek	
			2.2.4 lesmaterialen	
	2.2.5 computer			
	2.2.6 geen			

gebruik

Als procedure wordt de 'time interval sampling' c.q. 'predominant activity sampling' voorgesteld. Te observeren objecten: de leraar en vier aselekt

getrokken leerlingen, met intervallen van 10 seconden in de volgende sequentie:

0-10 seconden	interval en registratiemoment 1:	leraar
11-20 seconden	interval en registratiemoment 2:	leerling a
21-30 seconden	interval en registratiemoment 3:	leerling b
31-40 seconden	interval en registratiemoment 4:	leraar
41-50 seconden	interval en registratiemoment 5:	leerling c
51-60 seconden	interval en registratiemoment 6:	leerling d
61-70 seconden	interval en registratiemoment 7:	leraar
71-80 seconden	interval en registratiemoment 8:	leerling a
81-90 seconden	interval en registratiemoment 9:	leerling b
enzovoort		

Per les van 40 minuten zijn er 240 intervallen en registratiemomenten.

De meest dominante activiteiten en meest dominante contact'bron' van de leraar worden zo twee keer per minuut geregistreerd, 80 registraties per les, van elk van de vier leerlingen één keer per minuut, 40 registraties per les.

voorbereiding

van het leerproces:

verduidelijken van de doelstellingen

activeren van voorkennis

vragen stellen: wat weet je er al van

herhalen van reeds behandelde aansluitende leerstof

geven van 'advanced organizer'

etc.

presentatie

van nieuwe leerstofinhouden, door

uitleg

toelichting

voorbeelden

demonstraties

etc.

realisatie taakruimte

- probleemstellende vragen stellen
- geven van leertaken/-opdrachten

feedback (inhoudelijk)

- reactie op leeractiviteiten van de leerlingen
 - bespreken van antwoorden, oplossingen, verslagen, etc
- gezamenlijk nakijken/bespreken van s.o./toetsen

evaluatie

- controlevragen stellen
- s.o./toetsen

Bijlage 12: Logboeken van leerlingen

Fase 2⁷

naam :

klas :

school :

datum :

In de volgende lijst staan een aantal bezigheden genoemd die je tijdens de natuurkunde-lessen gedaan zou kunnen hebben.

Van de **vetgedrukte activiteiten** moet je aangeven hoeveel minuten je daarmee bent bezig geweest in de afgelopen lessen. Probeer zo goed mogelijk te schatten hoeveel minuten dat zijn geweest. Als je iets helemaal niet hebt gedaan vul je in: 0 min.

Als je bij een vetgedrukte activiteit het aantal minuten hebt ingevuld, dan moet je daarna invullen of jij de activiteiten die daaronder staan hebt gedaan of niet. Hier hoef je geen minuten in te vullen. Zet alleen een rondje om ja of om nee.

Vul nu in:

— **min.** **geluisterd naar uitleg van de lesstof door de leraar:**

aantekeningen gemaakt bij de uitleg ja / nee

vragen gesteld aan de leraar over de lesstof ja / nee

vragen van de leraar over de lesstof

beantwoord ja / nee

- **min.** **gekeken naar de demonstratie van een experiment door de leraar:**

aantekeningen gemaakt bij de demonstratie ja / nee

vragen gesteld aan de leraar over het

experiment ja / nee

⁷ Dit logboek is grotendeels gelijk aan het logboek uit fase 1. De lay out hier is anders dan die van de leerlingen.

- vragen van de leraar over het experiment
beantwoord ja / nee
- *min.* **meegedaan aan of geluisterd naar controle van het werk door de leraar:**
huiswerk gecontroleerd of nagekeken ja / nee
meegedaan aan of geluisterd naar
mondelijke overhoring ja / nee
schriftelijke overhoring of toets gemaakt ja / nee
- *min.* **in je eentje gewerkt met je natuurkundeboek:**
over de lesstof gelezen ja / nee
aantekeningen gemaakt bij wat je
gelezen hebt ja / nee
opdrachten uit het boek gemaakt ja / nee
- *min.* **in je eentje gewerkt met andere teksten dan het natuurkundeboek (bijvoorbeeld stencils of andere boeken):**
gelezen over de lesstof ja / nee
aantekeningen gemaakt bij wat je
gelezen hebt ja / nee
opdrachten gemaakt ja / nee
- *min.* **in je eentje een experiment uitgevoerd:**
het experiment opgebouwd ja / nee
metingen gedaan (zonder de computer) ja / nee
grafieken getekend (zonder de computer) ja / nee
aantekeningen gemaakt bij het experiment ja / nee
een verslag geschreven van het experiment ja / nee
- *min.* **gewerkt met andere leerlingen in een groepje:**
uitleg gegeven aan een andere leerling
in je groepje ja / nee
geluisterd naar uitleg door een
andere leerling ja / nee
gepraat met je medeleerlingen
over de leerstof ja / nee
- *min.* **gewerkt met leerlingen in een groepje aan opdrachten of opgaven:**

- gewerkt aan opdrachten van de leraar ja / nee
 gewerkt aan opdrachten uit het
 natuurkundeboek of uit ander materiaal ja / nee
- *min.* **samen met andere leerlingen een experiment uitgevoerd
 (zonder computer):**
 samen het experiment opgebouwd ja / nee
 samen metingen gedaan ja / nee
 samen grafieken getekend ja / nee
 aantekeningen gemaakt bij het experiment ja / nee
 samen een verslag geschreven
 van het experiment ja / nee
- *min.* **gewerkt met het computerprogramma IP-Coach:**
 een experiment opgebouwd ja / nee
 aantekeningen gemaakt bij het experiment ja / nee
 een verslag geschreven van het experiment ja / nee
- *min.* **gewerkt met het computerprogramma NEMO:**
 aantekeningen gemaakt ja / nee
 een verslag geschreven ja / nee

Hopelijk heb je in de afgelopen lessen het een en ander geleerd. We willen nu graag weten wie of wat volgens jou *voor het grootste deel heeft uitgemaakt* wat je in deze lessen hebt geleerd. Als de leraar bijna alle lessen is bezig geweest met uitleg, dan is hij (of zij) degene die het meeste heeft bepaald wat je hebt geleerd. En als je bijna de hele tijd bent bezig geweest met het maken van verplichte opdrachten uit je natuurkundeboek, dan is het natuurkundeboek datgene wat heeft bepaald wat je hebt geleerd. Maar als je zelf een experiment hebt gekozen en opgezet en uitgevoerd, dan ben jijzelf degene die het meest heeft uitgemaakt wat je hebt geleerd.

Er staan hieronder steeds twee 'dingen' naast elkaar.

Geef aan wie of wat het meest bepaalde wat je in de afgelopen lessen hebt geleerd. Zet daar een cirkel om.

Als je het boek of het computerprogramma in de lessen niet hebt gebruikt, zet dan op die regels een cirkel om n.v.t. (niet van toepassing).

Wie of wat bepaalde het meest wat je in deze lessen hebt geleerd:

de leraar	OF	het natuurkundeboek	n.v.t.
het natuurkundeboek	OF	het computerprogramma	n.v.t.
het computerprogramma	OF	jijzelf	n.v.t.
je medeleerlingen	OF	de leraar	
de leraar	OF	het computerprogramma	n.v.t.
jijzelf	OF	de leraar	
het computerprogramma	OF	je medeleerlingen	n.v.t.
het natuurkundeboek	OF	jijzelf	n.v.t.
je medeleerlingen	OF	het natuurkundeboek	n.v.t.
jijzelf	OF	je medeleerlingen	

Bedankt voor je medewerking.