
**Computerondersteund modelleren
Natuurkunde**

Een sportieve beweging

Scenario

Universiteit Utrecht

Cdβ Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen

Computerondersteund modelleren
Natuurkunde
Een sportieve beweging
Scenario

Koos Kortland

© 2002 Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (Cd β),
Universiteit Utrecht

Deze publicatie mag in ongewijzigde vorm worden verveelvoudigd en verspreid ten behoeve van niet-
commercieel gebruik in het onderwijs, mits met vermelding van deze bepaling en van het bovenstaande copyright.
Voor alle andere vormen van openbaarmaking is schriftelijke toestemming van de Universiteit Utrecht vereist.

Inhoud

1 Didactische fasering	5
1 Motivering	5
2 Vraagstelling	5
3 Kennisverwerving en –toepassing	5
4 Reflectie en metacognitie	6
5 Kennistoepassing	6
2 Verantwoording en verwachtingen	7
1 Inleiding	7
2 Kracht en beweging	7
3 Schaatsen	7
4 Wielrennen	8
5 Computermodel voor kracht en beweging	9
6 Keuzeonderwerpen	9
3 Didactische structuur	10

1 Didactische fasering

Het doel van het project waarbinnen de natuurkundemodule *Een sportieve beweging* is ontwikkeld is *leerlingen leren computerondersteund modelleren*. Modelleren is een *vaardigheid*. Het aanleren van deze vaardigheid veronderstelt *kennis* over het te modelleren verschijnsel: kennis over en inzicht in de relevante fysische grootheden en hun relaties. In de module gaan we ervan uit dat leerlingen over de deze kennis en dit inzicht beschikken en kunnen inzetten bij het oplossen van mechanicaproblemen. Het met de module beoogde onderwijsleerproces bestaat (daardoor) uit twee met elkaar verweven inhoudelijke lijnen: het *probleemoplossen in de mechanica* en het verwerven van een (zekere mate van) *modellercompetentie*.

Voor het in onderlinge samenhang ontwikkelen van kennis en vaardigheid lijkt een bepaalde fasering van het onderwijsleerproces gewenst (Kortland, 2001). In die fasering start het onderwijsleerproces met een concreet ‘probleem’ dat met de beschikbare kennis en vaardigheid niet oplosbaar is (en daarmee dus een behoefte aan kennis- en vaardigheidsontwikkeling zou moeten oproepen), en eindigt met het expliciteren van ‘gedecontextualiseerde metacognitieve kennis’ over de in de loop van het onderwijsleerproces ontwikkelde vaardigheid – een soort kennis die bruikbaar is in een (groot) aantal uiteenlopende situaties. Voor het in onderlinge samenhang ontwikkelen van twee vaardigheden – probleemoplossen en modelleren – lijkt een vergelijkbare fasering mogelijk.

Deze zeer globale beschrijving van het onderwijsleerproces wordt hieronder in iets meer detail uitgewerkt voor elk van de te onderscheiden fasen: motivering, vraagstelling, kennisverwerving en -toepassing, reflectie en metacognitie, en kennistoepassing.

1 Motivering

De bedoeling van deze eerste fase is het ‘op de agenda’ zetten van computermodellen en modelleren en een globaal inzicht geven in het onderwijsleerproces. Met dit ‘op de agenda’ zetten’ wordt bedoeld het naar leerlingen toe verantwoorden waarom het waarover gaat – en als leerlingen daardoor gemotiveerd raken is dat ‘meegenomen’ (iets dat overigens wel zoveel mogelijk moet worden gestimuleerd). Bij een ‘globaal inzicht geven in het onderwijsleerproces’ gaat het om het inperken tot rekenmodellen en het karakter van de te modelleren fysische verschijnselen/problemen.

In het lesmateriaal bestaat deze fase uit paragraaf 1 – *Inleiding*. Hierin wordt snel geschetst wat de maatschappelijke relevantie is van computerondersteund modelleren, en om welke verschijnselen het daarbij gaat (dynamische verschijnselen) – uitlopend op een centrale vraagstelling die de leerlingen een globaal beeld geeft van waarover het in de module inhoudelijk zal gaan.

2 Vraagstelling

De bedoeling van deze tweede fase is het oproepen van een modelleerbehoefte door het voorleggen van een (praktijk)situatie die zonder modelleren niet/lastig op te lossen is. In het lesmateriaal bestaat deze fase uit paragraaf 2 – *Kracht en beweging*. De paragraaf start met een aantal opdrachten voor het ophalen (en in de voor het beter begrijpen van de te ontwerpen computermodellen in de gewenste vorm brengen) van de bij leerlingen aanwezige veronderstelde voorkennis over de mechanica (kinematica en dynamica), afgesloten met opdrachten waarin leerlingen zich geleidelijk aan realiseren waardoor de geschetste probleemsituaties waaraan in eerste instantie verder zal worden gewerkt (schaatsen en wielrennen) niet met die standaard-mechanicakennis op te lossen zijn. Deze laatste opdrachten zijn bedoeld voor het oproepen van een inhoudelijk motief voor het (gaan) leren ontwerpen, bouwen en testen van computermodellen van bewegingen onder invloed van een snelheidsafhankelijke (luchtwrijvings)kracht.

3 Kennisverwerving en -toepassing

De bedoeling van deze derde fase is het verwerven van kennis- en vaardigheid over modelleren als logisch vervolg op de in de voorgaande fase naar voren gekomen behoefte. In het lesmateriaal bestaat deze fase uit paragraaf 3 en 4 – *Schaatsen* en *Wielrennen*. Beide paragrafen bestaan uit een aantal opdrachten waarin leerlingen computermodellen van bewegingen ontwerpen, bouwen en testen, vertrekkend vanuit een gegeven eenvoudig basismodel en zelfstandig toewerkend naar een (in het kader van de twee probleemsituaties) compleet maar nog wel gecontextualiseerd model, op enkele plaatsen onderbroken door een

korte (klassikale) terugblik en vooruitblik op het inmiddels ontworpen model respectievelijk het algemene model voor kracht en beweging uit de centrale vraagstelling van de module. De kennisverwerving heeft hier dus betrekking op het ontwerpen, bouwen en testen van computermodellen met een geleidelijk toenemende complexiteit, waarbij het volgende model steeds een uitbreiding is van het voorgaande model. Dat laatste betekent dan ook steeds een toepassing van de inmiddels verworven modelleerkennis. Kennisverwerving en kennistoepassing zijn in deze fase dus nauw met elkaar verweven, en leiden gezamenlijk tot de oplossing van de twee praktijkproblemen die eerder in paragraaf 2 aanleiding gaven tot een start met het (leren) modelleren.

4 Reflectie en metacognitie

De bedoeling van deze vierde fase is om door reflectie op concrete modelleerervaringen te komen tot een gecontextualiseerde procesbeschrijving van modelleren, gevolgd door een zekere mate van decontextualisering daarvan tot metacognitieve modelleerkennis.

In het lesmateriaal bestaat deze fase uit paragraaf 5 – *Computermodel voor kracht en beweging*. De paragraaf bestaat uit een aantal opdrachten die vanuit een reflectie op de tot nu toe ontworpen modellen leiden tot een zo eenvoudig/overzichtelijk mogelijk algemeen bruikbaar – en dus tot op zekere hoogte gedecontextualiseerd – computermodel voor kracht en beweging. De eerste opdracht in deze fase is bedoeld voor het oproepen van een inhoudelijk motief voor het (gaan) ontwerpen van een algemeen computermodel voor kracht en beweging en de daarbij horende procedure. Vanuit dit ontworpen algemene model worden door de leerlingen ‘ontwerpregels’ afgeleid voor het modelleren van nieuwe probleemsituaties op het gebied van kracht en beweging, ontwerpregels bruikbaar als een soort van (nog steeds gecontextualiseerd, want alleen passend bij de hiervoor genoemde categorie probleemsituaties) metacognitief modelleergereedschap. Een nog verdere decontextualisering in termen van ‘ontwerpregels’ voor het modelleren van verschijnselen in een ander kennisgebied van de vakdiscipline (bijvoorbeeld warmte en temperatuur, radioactief verval enzovoort) wordt niet nagestreefd.

5 Kennistoepassing

De bedoeling van deze laatste fase is het (leren) gebruiken van het in de voorgaande fase ontwikkelde metacognitieve modelleergereedschap.

In het lesmateriaal bestaat deze fase uit paragraaf 6 – *Keuzeonderwerpen*. De paragraaf bestaat uit een aantal modelleeropdrachten waarin leerlingen bewust het metacognitief modelleergereedschap (in termen van de opgestelde ‘ontwerpregels’) geacht worden in te zetten bij het oplossen van de geschetste praktijkproblemen.

Literatuur

Kortland, J. (2001). *A Problem-posing Approach to Teaching Decision Making about the Waste Issue*. Utrecht: CDβ.

2 Verantwoording en verwachtingen

Hieronder volgt zo beknopt mogelijk een verantwoording van de module-opbouw op het niveau van afzonderlijke opdrachten en de onderlinge samenhang daartussen binnen de hierboven onder 1 geschetste didactische fasering, in combinatie met de meer of minder gefundeerde verwachtingen over het resultaat van die opdrachten. Maar... dit alles slechts op hoofdpunten. Wat betreft de werkwijze wordt er van uit gegaan dat leerlingen het grootste deel van de tijd zelfstandig werken onder begeleiding van de docent volgens de geplande voorbeeldstudiewijzer (zie bijlage 5 in de docentenhandleiding). Daarin zijn ook op strategische plaatsen enkele klassikale momenten opgenomen met als functie het expliciteren van het leerproces door middel van een terug- en vooruitblik in het licht van de centrale vraagstelling (het globale motief) van de module.

1 Inleiding

De bedoeling van de inleidende paragraaf is de leerlingen een beeld te geven van waar het in deze module om/over gaat, samengevat in een centrale vraagstelling. Of dit met een leestekst bereikt kan worden is de vraag, maar dat is niet anders. Als de tekst gelezen wordt, zou het toch in elk geval duidelijk moeten zijn dat het gaat om het ontwerpen, bouwen en testen van computermodellen van probleemsituaties rond kracht en beweging in de sport, en misschien zelfs wel rond kracht en beweging in het algemeen.

2 Kracht en beweging

Na de inleidende paragraaf zou het leerlingen niet vreemd mogen voorkomen dat het nuttig zou kunnen zijn hun voorkennis over kracht en beweging eens op een rij te zetten in opdracht 1 t/m 3, beperkt tot de drie standaard-bewegingen uit de mechanica waarmee ze al eerder (voorafgaand aan de module) hebben kennisgemaakt. Dat is dan ook een eerste bedoeling van deze tweede paragraaf. Daaraan gekoppeld gaat het in opdracht 2 om het op een rij zetten van die voorkennis in een zodanige vorm dat later de techniek van het modelrekenen beter te begrijpen is. Dat is echter voor leerlingen op dit moment nog niet te overzien (en daarmee is het wel de vraag of dat dan eigenlijk op dit moment zo wel moet). Een tweede bedoeling van deze tweede paragraaf is het door de leerlingen zelf in opdracht 4 t/m 6 laten formuleren van de noodzaak tot het werken met een computermodel voor het oplossen van een bepaald type probleemsituaties, namelijk probleemsituaties met een snelheidsafhankelijke luchtwrijvingskracht – probleemsituaties die met de in de voorgaande opdrachten 1 t/m 3 opgeroepen voorkennis over standaardbewegingen niet oplosbaar zijn. In opdracht 4 werken de leerlingen aan een analytische oplossing van het schaatsprobleem als een standaard-beweging (met alleen een constante tegenwerkende kracht). In opdracht 5 is er door het toevoegen van de snelheidsafhankelijke luchtwrijvingskracht geen sprake meer van een standaard-beweging. In die opdracht worden ze gestimuleerd om na te denken over een numerieke manier van oplossen, en als vervolg daarop komt in opdracht 6 de noodzaak van de daarbij benodigde een kleine tijdstap aan de orde. Daardoor wordt duidelijk dat numeriek oplossen zeer veel werk is. Dat vormt de motivering voor computerondersteund modelleren.

De verwachting is dat leerlingen niet al te veel moeite zullen hebben met het op een rij zetten van hun voorkennis in opdracht 1 t/m 3, en iets meer moeite met het toepassen daarvan in opdracht 4 t/m 6. Er mag niet worden verwacht dat de opgeroepen voorkennis in de gewenste vorm ($v = \Delta s / \Delta t$ en $a = \Delta v / \Delta t$) zal worden gepresenteerd, terwijl het ook de vraag is of het v,t - en s,t -diagram van de drie standaardbewegingen volledig correct zullen zijn. Na het voorbereidende huiswerk (opdracht 1 t/m 6) zal hier dus door de docent klassikaal aandacht aan moeten worden besteed, onder ‘verwijzing vooruit’ naar het stuk over modelrekenen in paragraaf 3 waar het gaat om het beter begrijpen van de manier waarop de computer rekt als voorwaarde voor de daarna gevraagde modeluitbreiding met de afgelegde afstand.

3 Schaatsen

De bedoeling van het (in paragraaf 2 aangekondigde) praktijkprobleem schaatsen is dat leerlingen zoals op dat moment aangekondigd ervaren dat een ‘compleet’ computermodel kan ontstaan door het geleidelijk toevoegen van uitbreidingen aan een eenvoudig basismodel, en daarbij tegelijkertijd een zekere mate van modelleercompetentie verwerven (zie hoofdstuk 4 in de docentenhandleiding voor een gedetailleerde beschrijving daarvan).

Een noodzakelijk onderdeel daarvan is een zekere mate van begrip van de manier waarop zo'n computermodel rekt. Wat betreft de opbouw van modellen is gekozen voor een start met een beweging die ook door leerlingen analytisch oplosbaar is (alleen snelheidsverloop onder invloed van een constante glijwrijvingskracht) in opdracht 7, gevolgd door een eerste uitbreiding met een snelheidsafhankelijke luchtwrijvingskracht in opdracht 8 en 9, en ten slotte een uitbreiding met de afgelegde afstand in opdracht 13 en 14. Om leerlingen te 'dwingen' doordacht te werk te gaan hebben de drie opdrachtcombinaties rond de opeenvolgende schaatsmodellen de volgende standaardstructuur: ontwerpen > voorspellen > bouwen > testen. Voor de als laatste genoemde modeluitbreiding in opdracht 13 en 14 is begrip van de manier waarop het model rekt nodig. Dat wordt uitgelegd middels een leestekst over modelrekenen met enkele verwerkingsopdrachten (10 t/m 12) op het moment dat dat nodig is. Met opdracht 14 is het praktijkprobleem opgelost. Daarna zou het niet onlogisch moeten zijn om even terug te kijken naar de aanleiding tot het modelleren (opdracht 5 en 6) in opdracht 15, naar de realiteitswaarde van het laatste schaatsmodel zelf in opdracht 16 en naar de stappen in het ontwerp-proces in opdracht 17.

De verwachting is allereerst dat leerlingen niet al te veel problemen zullen hebben met het hanteren van het modelleerprogramma, en dat – voor zover ze die problemen wel hebben – de basishandleiding voldoende zal zijn om die problemen op te lossen zonder al te veel hulp van de docent. De meer specifieke verwachtingen betreffen de opdrachten rond de drie opeenvolgende schaatsmodellen. De verwachting is dat leerlingen:

- in opdracht 7 de juistheid van het eerste, gegeven schaatsmodel slechts globaal zullen beoordelen in termen van dat het in het v,t -diagram een dalende rechte lijn oplevert, en dat de onjuiste getalwaarden niet onmiddellijk zullen worden (h)erkend, ondanks de twee daaraan voorafgaande rekenopdrachten 5 en 6,
- in opdracht 8 en 9 moeite zullen hebben met het aanbrengen van een koppeling tussen de voorraadgrootte *snelheid* en de rekengrootte *luchtwrijvingskracht*,
- in opdracht 13 en 14 moeite zullen hebben met het definiëren van de instroomgrootte *verplaatsing* (als identiek aan de voorraadgrootte *snelheid*) voor de voorraadgrootte *afstand*.

Deze verwachtingen zijn gebaseerd op ervaringen bij het uitproberen van de eerste versie van het lesmateriaal. Op het eerstgenoemde probleem wordt geanticipeerd in de opdracht zelf door te stellen dat nu blijkt dat het model onjuist is. Op de beide laatstgenoemde problemen wordt gereflecteerd respectievelijk geanticipeerd in het tussen de opdrachtencombinaties geplaatste stuk over modelrekenen. Het is de vraag of dat voldoende is, zeker als dat stuk tijdens de les moet worden gelezen met alle aanwezige 'afleiding' op het beeldscherm. Dit vormt dus een duidelijk aandachtspunt voor de docent bij de begeleiding van het zelfstandig werken. Bij opdracht 16 zullen enige problemen ontstaan bij het interpreteren van het v,t - en s,t -diagram (wat is de betekenis van een negatieve snelheid en een teruglopende afstand?). Het zou kunnen zijn dat de leerlingen al eerder tegen dit probleem aanlopen, maar gezien de instellingen van het startmodel is dat niet zo snel te verwachten.

Het is ten slotte de verwachting dat de standaardstructuur in de opdrachten al snel niet meer goed zal werken: leerlingen zullen geneigd zijn direct op het beeldscherm te gaan ontwerpen/bouwen, zodat het voorspellen/testen weinig/geen aandacht meer krijgt. Ook dit vormt een duidelijk aandachtspunt voor de docent.

Wat betreft de terugblik is te verwachten dat leerlingen nu bij opdracht 15 een duidelijker beeld hebben van de noodzaak om een computermodel te gebruiken en dat zij bij opdracht 17a in staat zullen zijn de vier stappen in het ontwerp-proces te identificeren. Wat betreft de vooruitblik is te verwachten dat leerlingen op grond van hun eerder verworven mechanica-kennis bij opdracht 17b en het karakter van de eerste probleemsituatie met alleen tegenwerkende krachten iets zullen zeggen als: "En nu ook nog een situatie met niet alleen tegenwerkende, maar ook meewerkende krachten." En dat is dan ook voldoende om een start te gaan maken met de praktijksituatie wielrennen waarin een dergelijke meewerkende kracht een rol speelt.

4 Wielrennen

De bedoeling van de opdrachtencombinatie 18 en 19 (weer met de eerder beschreven standaardstructuur) is dat leerlingen – in het verlengde van hun vooruitblik bij opdracht 17b – hun laatst ontworpen schaatsmodel verder uitbreiden met een voorwaartse kracht, en daarmee het gestelde praktijkprobleem oplossen. De verwachting is dat dit geen problemen

meer oplevert. De vraag is wel in hoeverre de leerlingen bij opdracht 20 in staat zullen zijn de relatie te leggen met de door hen in paragraaf 2 opgehaalde voorkennis over de standaard-bewegingen. De ‘dubbele bodem’ in deze opdracht is overigens het vestigen van de aandacht op de grootheid *nettokracht*, die in het algemene computermodel voor kracht en beweging een belangrijke rol zal gaan spelen. Wat betreft de ook nu weer opgenomen vooruitblik in opdracht 22 wordt verwacht dat leerlingen iets zullen hebben van: “Ja, dit is het wel zo’n beetje – veel meer dan voor- en achterwaartse krachten hebben we niet.” Het ontwikkelen van ideeën over het ombouwen van dit wielrenmodel naar een meer algemeen model zal wel wat meer moeite kosten, maar verwacht kan worden dat de leerlingen – getriggerd door het toevoegen van de rekgrootheid *nettokracht* in opdracht 20 – wel iets in die richting zullen noemen. Het is de vraag of daaraan dan ook de consequentie van het alleen werken met een instroomgrootheid *versnelling* voor de voorraadgrootheid *snelheid* met het bijbehorende positief en negatief rekenen van voor- en achterwaartse krachten verbonden zal worden. Waarschijnlijk niet... Dit zal als vraag door de docent moeten worden opgeworpen.

5 Computermodel voor kracht en beweging

De bedoeling van de opdrachtencombinatie 23 en 24 is (het inzien van het nut van) het ombouwen van het laatst ontworpen wielrenmodel tot een algemeen model voor kracht en beweging, gevolgd door een controle van dit model in opdracht 26 middels het toepassen ervan op de drie standaard-bewegingen uit paragraaf 2 en het opstellen van een aantal modelleerregels voor het gebruik van dit algemene model in opdracht 27. Dit laatste als voorbereiding op het gebruik van het algemene model bij de nog volgende keuzeonderwerpen. Voor alle zekerheid worden dan – een beetje met het oog op een verdere decontextualisering van de inmiddels verworven modelleervaardigheid, vooruitlopend op wat er van de leerlingen bij het werken aan eventuele vervolgmodes zal worden gevraagd – de kernpunten van het modelleren van dynamische verschijnselen (voorraad- met in-/uitstroomgrootheid en terugkoppeling) in een leestekst nog eens op een rij gezet. Dit ‘vooruitlopen’ blijft echter volledig impliciet...

De verwachting is dat opdracht 23 aanleiding geeft tot een idee van ‘als we eerst alle krachten samen nemen tot een *nettokracht* – zoals in de afsluiting van de vorige paragraaf naar voren is gekomen – hoeven we bij een kleine verandering van de bewegingssituatie misschien wat minder aan het (vrij complete) fietsmodel te verbouwen.’ De uitvoering daarvan in opdracht 24 mag dan, met de daarbij gegeven concrete aanwijzingen, verder geen probleem meer opleveren. De vraag is wel of de leerlingen het nu ontworpen algemene model ook inderdaad als een vereenvoudiging van de eerdere modellen zullen zien – een compacter, en daarmee overzichtelijker model hoeft voor de leerlingen nog niet eenvoudiger te zijn aangezien er nu meer een beroep wordt gedaan op een zekere mate van abstractie in de mechanicakennis. De verwachting is verder dat de leerlingen op grond van de structuur van het algemene model bij opdracht 27 in staat zijn om de modelleerregels bij het werken met dat model (zie hoofdstuk 4 van de docentenhandleiding voor een beschrijving van die regels) op te stellen.

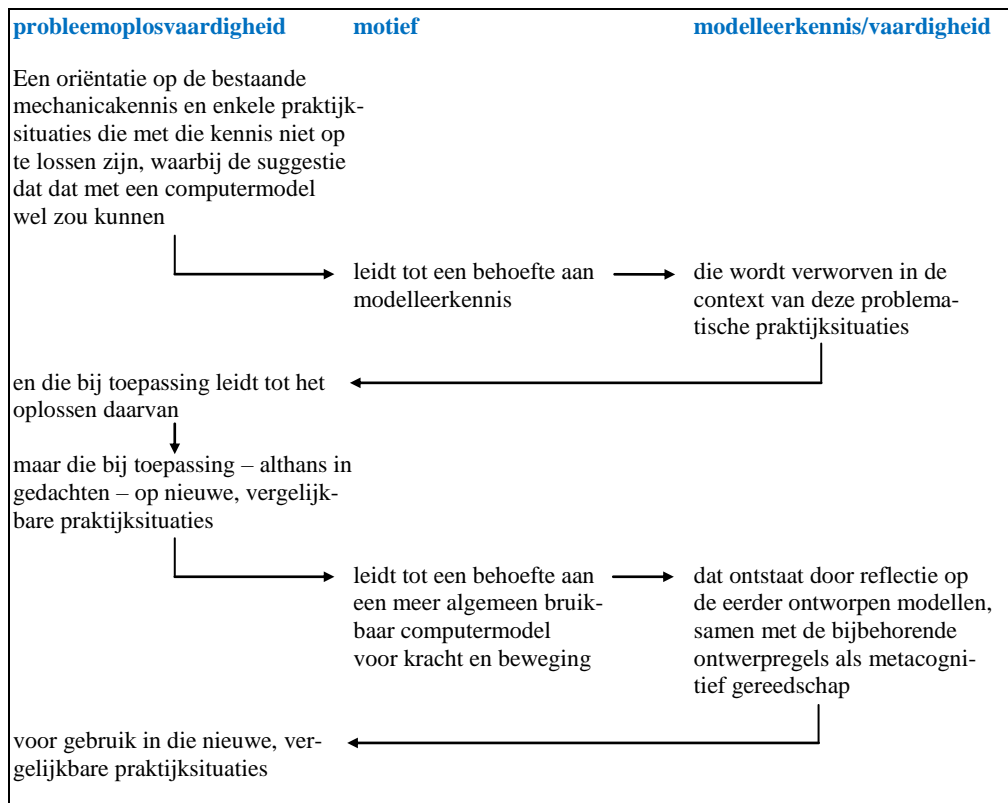
6 Keuzeonderwerpen

De bedoeling van deze paragraaf is dat leerlingen het ontworpen (of opgehaalde) algemene computermodel gebruiken als vertrekpunt voor het modelleren van variaties op bekende of van nieuwe bewegings situaties.

De verwachting is dat leerlingen hier geen problemen mee zullen hebben, maar dat een deel van de leerlingen zal kiezen voor het zelf direct op het beeldscherm ontwerpen van het gevraagde model langs de lijnen of in de geest van het algemene model. Met andere woorden: deze leerlingen nemen dus wel het algemene model als vertrekpunt, maar halen dat niet op om het aan te passen aan de gegeven bewegings situatie. En dat laatste kan niet als probleem worden gezien.

3 Didactische structuur

In het bovenstaande is sprake van een aantal probleemsituaties die de leerlingen niet met hun aanwezig veronderstelde standaard-mechanicakennis kunnen oplossen, maar wel met een daarop gebaseerd computermodel. Om een dergelijk computermodel te kunnen ontwerpen, bouwen en testen moeten zij in voldoende mate kunnen modelleren. Aan de ene kant zijn de leerlingen dus bezig met probleemoplossen op het gebied van de mechanica, aan de andere kant met het daardoor opgeroepen verwerven van voldoende modelleerkennis en -vaardigheid die daarna weer wordt ingezet voor het probleemoplossen dat de aanleiding vormde tot het (gaan) leren modelleren. Dit leidt – in grote lijnen – tot ruwweg de volgende *didactische structuur*: een wisselwerking tussen het verder uitbreiden van de probleemoplosvaardigheid van de leerlingen op het gebied van de mechanica en het verwerven van een voldoende mate van modelleerkennis en -vaardigheid.



Wat betreft het hierboven genoemde ‘verder uitbreiden van de probleemoplosvaardigheid’ gaat het om het met een computermodel kunnen oplossen van problematische praktijksituaties rond kracht en beweging – problematisch in de zin dat in deze situaties sprake is van een snelheidsafhankelijke kracht waardoor de gangbare oplosmethodes voor de bekende standaard-bewegingen niet kunnen worden toegepast. Wat betreft het ‘verwerven van een voldoende mate van modelleerkennis en -vaardigheid’ (of, zo men wil: modelleercompetentie) gaat het om beheersing van de modelleertechniek (de knoppenkunde), inzicht in de verschillende soorten modelgrootheden (voorraadgrootheid, in-/uitstroomgrootheid, rekengrootheid – al zijn er duidelijke bezwaren tegen deze naamgeving aan te voeren) en hun onderlinge relaties en de manier waarop het model daarmee rekt, ervaring met en erkenning van het nut van het cyclisch ontwerpen, bouwen en testen van modellen, beoordeling van de relatie tussen het model en de werkelijkheid, en ten slotte erkenning van het nut van een algemeen (maar nog gecontextualiseerd) model met de bijbehorende ontwerpregels voor het aanpakken van nieuwe maar vergelijkbare problematische praktijksituaties.