

Temperatuurregeling

IVF-incubator



Ontwerpplan definitief

Bètadidactiek april 2014

Groepsleden: Frank Poelmans
 Menno van Dongen
 Ton van Amelsfort

Opdrachtgever: Dominicus College
 Nijmegen

Contactpersoon: Rachel Crane

Begeleider TUE: Martijn Anthonissen

Inhoudsopgave

Deel A

1.	Wensen van de opdrachtgever	1
2.	Uitdagingen waar deze lessenreeks aandacht aan besteedt	1
3.	Leerdoelen	2
	A. Keuzes type leerdoelen	2
	B. Leerdoelen	3
	C. Relatie leerdoelen met uitdagingen / wensen opdrachtgever	4
4.	Voorkennis	5
	A. Verwachte voorkennis	5
	B. Strategie om rekening te houden met voorkennis	6
5.	Diversiteit	6
6.	Bètadidactische benadering	7
	A. Gekozen bètadidactische benadering	7
	B. Consequenties voor opbouw	7
7.	Bètadidactische ingrediënten	9

Deel B

1.	Planning	10
2.	Taakverdeling	11
3.	Bronmaterialen	11
4.	Evaluatiemethode	12
5.	Inhoud en hoofdlijnen	12
6.	Docentenhandleiding	14
7.	Literatuurlijst	14

Deel A

1. Wensen van de opdrachtgever

De leerlingen uit klas 5V van het Dominicus College in Nijmegen krijgen in de loop van het jaar verschillende kleine en grotere opdrachten om hun praktisch vaardigheden en het niveau van het schrijven van een onderzoeksverslag te verbeteren. De huidige opdrachten zijn al enkele jaren oud en kunnen wel een update gebruiken. Bovendien beschikt het Dominicus College over weinig goede opdrachten op hoog niveau op het gebied van technische automatisering of signaalbewerking.

In overleg met de opdrachtgever is daarom gekozen voor een praktische opdracht op het gebied van logische schakeling en regeltechniek. De leerlingen moeten hiervoor een plan van aanpak maken, een onderzoeksvraag formuleren, het experiment uitvoeren en afsluitend een verslag schrijven.

De randvoorwaarden die wij van de opdrachtgever hebben meegekregen zijn:

- De proef moet kunnen worden uitgevoerd met minstens 15 leerlingen tegelijk (in duo's).
- De opdracht moet door 1 docent per 15 leerlingen begeleid kunnen worden.
- Er moet een leerlingenhandleiding voor de praktische opdracht worden gemaakt.
- Er moet een TOA/docentenhandleiding voor de praktische opdracht worden gemaakt.
- Het practicum moet kunnen worden beoordeeld met een cijfer.
- De opdracht mag een omvang hebben van 8 lesuren van elk 50 minuten, maar moet wel kunnen worden ingepland in het beschikbare rooster.

Vanuit de ESOE bestaat bovendien de wens dat de lessenserie vakoverstijgend is. In de opdracht zal aandacht zijn voor zowel natuurkunde (o.a. warmteleer) als ook wiskunde en informatica (modelleren met Coach). Verder hebben wij gekozen voor een biologische context: temperatuurregeling van een IVF-incubator.

2. Uitdagingen waar deze lessenreeks aandacht aan besteedt

Bij het ontwerpen van bètaonderwijs zijn er diverse uitdagingen. In onze lessenreeks willen wij rekening houden met:

Relevantie

Een bètaprofiel wordt vaak gekozen, omdat het van belang is voor een vervolgstudie en meestal niet vanwege intrinsieke motivatie. Bij veel leerlingen leeft de overtuiging dat de inhoud van bètavakken irrelevant is en dat de opgedane kennis niet of nauwelijks toepasbaar is in het dagelijks leven (*van Eijck,2013*).

Om de leerlingen bewust te maken van de relevantie van regeltechniek, starten we de lessenserie met een betekenisvolle context: temperatuurregeling van een IVF-incubator.

In-vitrofertilisatie (IVF), ook wel reageerbuisbevruchting genoemd, is een techniek waarbij eicellen buiten het lichaam bevrucht worden met zaadcellen. Na inseminatie worden de eicellen bewaard in een incubator, waarin de temperatuur heel nauwkeurig constant moet worden gehouden (36,5 °C - 37,2 °C). We kiezen bewust een thema uit de biologie, omdat we verwachten hier NG-leerlingen en vooral ook meisjes mee aan te spreken. Het zou kunnen, dat jongens deze context wat minder interessant vinden. Zij worden echter volgens ons al goed aangesproken door de technische inhoud.

Transfer

Het blijkt dat leerlingen veel moeite hebben om het geleerde in andere contexten te kunnen herkennen en te kunnen toepassen (*van Eijck, 2013*). In het dagelijks leven zijn er veel voorbeelden waarbij grootheden worden geregeld. Dat kunnen natuurkundige grootheden zijn (temperatuur in huis, snelheid van een auto etc), maar ook biologische processen en interactieve processen tussen mensen. Aan het eind van onze lessenserie willen we de leerlingen uitdagen door zelf te zoeken naar voorbeelden van regelsystemen in het dagelijks leven. Door het maken van een transfer naar andere contexten, verwachten we dat leerlingen ook de relevantie beter gaan inzien.

We zijn ons bewust van de moeilijkheidsgraad van deze opdracht voor leerlingen. Het is van belang om de theorie en de technische uitvoering niet te gecompliceerd te maken, omdat anders het risico bestaat dat leerlingen het niet begrijpen en de transfer naar andere contexten niet kunnen maken.

3. Leerdoelen

A. Keuzes type leerdoelen

Bij het ontwerpen van deze lessenserie zijn wij uitgegaan van de constructivistische leertheorie en hebben ook de leerdoelen daarop afgestemd. Het constructivisme stelt de leerling als actief lerende centraal. Volgens deze leertheorie is de leerling in staat om nieuwe kennis zelf te ontwikkelen als er een aansluiting is met reeds aanwezige voorkennis (*Ertmer & Newby, 1993*). Wij hebben voor het constructivisme gekozen om de volgende redenen:

- Het constructivisme sluit aan bij de onderwijsvisie die het Dominicus College heeft over uitvoering van practica in de bovenbouw van het VWO.
- De leerlingen zijn het gewend om zelf te ontdekken wat nodig is om een praktisch probleem op te lossen.
- Het (sociaal-) constructivisme sluit aan bij de wens van de opdrachtgever om leerlingen samen te laten leren (in duo's).
- Het thema regeltechniek leent zich volgens ons goed voor een constructivistische aanpak.
- Een deel van de relevante voorkennis is recent in V5 behandeld (modelleren met Coach en systeembord). Hierdoor verwachten wij dat de leerlingen goed in staat zijn om de nieuw aangeboden informatie te koppelen aan de voorkennis.

Door de keuze voor deze leertheorie, is het voor ons van belang om de aanwezige voorkennis goed in beeld te hebben en middels duidelijke opdrachten te activeren. Het constructivisme gaat er verder van uit dat leren het beste plaatsvindt in een betekenisvolle context (Ertmer & Newby, 1993). Hier sluiten wij bij aan door met een praktische opdracht de temperatuurregeling in een IVF-incubator na te bootsen. In deze context laten we de leerlingen de voordelen van een geautomatiseerde regelkring ontdekken.

B. Leerdoelen

De lessenserie bestaat uit 4 lessen van 50 minuten en na de 4^e les enkele uren huiswerk voor het verslag:

- Practicum handmatige aan/uit-regeling	Les 1
- Activeren voorkennis warmteleer	Les 2
- Ontwerp regeling	Les 3
- Practicum geautomatiseerde regeling met Coach	Les 4
- Verslaglegging	Huiswerk

Practicum handmatige aan/uit-regeling (Les 1)

In les 1 wordt een inleiding gegeven en gaan de leerlingen aan de slag om handmatig de temperatuur constant te houden. Ze ontdekken dat het systeem traag reageert en dat het daardoor moeilijk is om de temperatuur netjes constant te houden.

Leerdoelen:

- De leerling kan een eenvoudige praktische opdracht uitvoeren om de temperatuur van een vloeistof te meten en handmatig te regelen.
- De leerling ontdekt dat de trage reactie van het systeem invloed heeft op zijn schakelmomenten en op de gewenste eindtemperatuur.

Activeren voorkennis warmteleer (Les 2)

In les 2 gaan de leerlingen hun voorkennis van de warmteleer activeren: o.a. omzetting elektrische energie naar warmte, opwarming en warmtecapaciteit. Deze voorkennis gaan ze gebruiken om een model op te stellen.

Leerdoelen:

- De leerling kan het natuurkundige proces van opwarmen en afkoelen beschrijven in een model op basis van voorkennis uit de warmteleer.
- De leerling kan de warmtecapaciteit C van het systeem bepalen op basis van het model en de meetgegevens uit Les1
- De leerling kan de helling (richtingscoëfficiënt) van de temperatuur-tijd-grafiek verklaren vanuit het model en de meetgegevens uit Les1

Ontwerp regeling (Les 3)

In les 3 gaan leerlingen een ontwerp maken om de temperatuurregeling te automatiseren in Coach. Hiervoor worden de praktische bevindingen uit les 1 gebruikt en het model uit les 2.

Leerdoelen:

- De leerling kan een ontwerp voor een geautomatiseerde temperatuurregeling maken door een algoritme op te stellen en in woorden te beschrijven.
- De leerling kan het opgestelde algoritme omzetten naar een logisch programma in CoachTaal.

Practicum geautomatiseerde regeling met Coach (Les 4)

In les 4 gaan de leerlingen hun programma (in CoachTaal) uitvoeren en realiseren ze een geautomatiseerd regelsysteem in Coach, waarmee de temperatuur onder verschillende omstandigheden netjes constant wordt houden.

Leerdoelen:

- De leerling kan het ontworpen programma (in CoachTaal) invoeren en werkend maken.
- De leerling kan de regelkring beschrijven aan de hand van de componenten in het systeem.
- De leerling ontdekt het voordeel van een geautomatiseerde regelkring ten opzichte van een handmatige bediening.

Verslaglegging (Huiswerk)

Na de 4^e les maken de leerlingen thuis een verslag van de uitvoering en bevindingen.

Leerdoelen:

- De leerling kan een gestructureerd verslag maken.
- De leerling kan de uitvoering van het experiment beschrijven, de uitkomst analyseren en hieruit conclusies trekken.
- De leerling kan een transfer maken naar andere regelsystemen in het dagelijks leven.

C. Relatie leerdoelen met uitdagingen / wensen opdrachtgever

Relatie met wensen opdrachtgever:

De wens van de opdrachtgever is een praktische opdracht op het gebied van technische automatisering, waarmee V5 leerlingen hun praktisch vaardigheden en het niveau van schriftelijke verslaglegging kunnen verbeteren.

Wij hebben gekozen voor het ontwerpen van een geautomatiseerde temperatuur-regeling. Dat geeft ons de mogelijkheid om gebruik te maken van het programma Coach en het systeembord. In de lessenserie zijn twee practica opgenomen, waarbij de leerlingen in tweetallen hun praktische vaardigheid kunnen uitbouwen. Afsluitend schrijven de leerlingen een verslag van hun bevindingen van het experiment. De leerdoelen zijn afgestemd op de praktische uitvoering van het experiment en de verslaglegging. De opdrachtgever heeft de wens om het practicum met een cijfer te kunnen beoordelen. Wij hebben er voor gekozen om dit op basis van het eindwerk (verslag) te doen. Hiervoor zal een beoordelingsmodel worden gemaakt.

Gegeven de complexiteit van de proef en het risico dat we een te hoog abstractieniveau vragen en leerlingen "kwijtraken", focussen we op het ontwerp van de regeling. Dat is volgens ons al moeilijk genoeg. Het plan van aanpak met formuleren van een onderzoeksvraag laten we achterwege. Hiermee wijken we af van de oorspronkelijke wensen van de opdrachtgever. Er zal nog met de opdrachtgever worden overlegd of dit acceptabel is.

Relatie met uitdagingen:

De leerlingen ontwerpen een geautomatiseerde regeling in Coach. Bij deze opdracht moeten de leerlingen zelf nieuwe kennis en vaardigheden ontwikkelen door gebruik te maken van hun voorkennis. Het is de bedoeling om de voorkennis te activeren door gestuurde instructie. Dit sluit aan bij de constructivistische leertheorie. Het actief "zelf ontdekken" is verwerkt in de leerdoelen.

Door uit te gaan van een betekenisvolle context (IVF-incubator), verwachten we dat de leerlingen de relevantie van een regelsysteem gaan inzien. Door de context verwachten we ook dat de leerlingen het niet een "saai" technische opdracht vinden. Dit proberen we te versterken door de leerlingen aan het eind van de lessenserie te laten nadenken over voorbeelden van regelsystemen in het dagelijks leven. Op die manier kunnen ze een transfer maken naar andere contexten.

4. Voorkennis

A. Verwachte voorkennis

Om de voorkennis van de leerlingen te achterhalen, hebben we contact opgenomen met de opdrachtgever. Vanuit de opleiding hebben de leerlingen bij natuurkunde in V4 een hoofdstuk over warmteleer gehad. Begrippen als warmte, warmtecapaciteit en soortelijke warmte zijn aan de orde geweest. Ook de formule voor opwarming is bekend ($Q=m.c.\Delta T$). Leerlingen hebben vaker elektrische schakelingen gebouwd en met het systeembord gewerkt. Begrippen energieomzetting, spanning, stroom, weerstand en elektrisch vermogen zijn bekend.

Bij natuurkunde in V5 hebben leerlingen kennism gemaakt met het maken van modellen in Coach (module modelleren). Daarbij is aandacht gegeven aan het opstellen van een eenvoudig algoritme/programma voor een versnelde beweging.

Er is ook een hoofdstuk behandeld over een regelkring en het begrip feedback, maar daarvan is de diepgang beperkt en de verwachting is dat deze kennis niet is blijven hangen. Vanuit de wiskunde is relevante kennis aanwezig over grafieken: o.a. betekenis van helling en richtingscoëfficiënt. Bij leerlingen met wiskunde A is deze kennis beperkter.

Buiten de school mag verwacht worden dat de leerlingen onbewust kennis hebben van diverse toepassingen van warmteleer, zoals de werking van een centrale verwarmingsinstallatie, een boiler of een waterkoker. Ook kennis van regelsystemen in andere toepassingen zijn, vaak onbewust, voor leerlingen herkenbaar. Zoals bijvoorbeeld een snelheidsregeling in de auto (cruise-control) en biologische regelingen in het menselijk lichaam.

In de docentenhandleiding zal een lijst worden opgenomen met vereiste voorkennis van leerlingen om aan deze lessenserie te kunnen deelnemen.

B. Strategie om rekening te houden met voorkennis

Door in het begin de kapstok van de IVF incubator te gebruiken, willen wij de opdracht een praktische betekenis geven, zodat aansluiting bij de voorkennis gemakkelijker plaatsvindt. Het activeren van de voorkennis willen wij doen door gerichte vraagstelling in de schriftelijke opdrachten. Daarnaast is het van belang om tijdens de lessen kritische vragen aan leerlingen te stellen, zodat ze gaan nadenken over relevante voorkennis. Door bijvoorbeeld een vraag te stellen als:

“Waar is de snelheid waarmee de temperatuur stijgt (helling in grafiek) van afhankelijk?”
probeer je de aanwezige kennis over opwarming en warmtecapaciteit weer op te halen.

5. Diversiteit

Jongens-meisjes:

De leerlingen waarvoor de lessenserie bedoeld is, zijn verdeeld in drie V5 klassen van het Dominicus College. Hierin zitten zowel leerlingen met NT-profiel als met NG- profiel. Er is een vrijwel gelijke verdeling tussen het aantal jongens en meisjes. Uit onderzoek blijkt dat meisjes in het algemeen meer geïnteresseerd zijn in biologische toepassingen (mensen, dieren en planten), terwijl jongens meer geïnteresseerd zijn in apparaten en bètakennis zonder evidente toepassing (*Van Eijck,2013*). Aangezien de praktische uitvoering technisch is en dit waarschijnlijk de jongens meer aanspreekt (apparaten, aansluiten systeembord), hebben we een context gekozen die waarschijnlijk de meisjes meer aanspreekt (IVF incubator). Om nog meer recht te doen aan een genderneutrale benadering, wordt de opgedane kennis bij het practicum achteraf in een groter verband geplaatst. De verwachting is dat bij het maken van de transfer de meisjes met meer maatschappelijke voorbeelden komen en de jongens met meer technische voorbeelden.

Excellente leerlingen:

Voor excellente leerlingen willen wij een extra, uitdagende opdracht toevoegen met een hogere moeilijkheidsgraad. Wat deze opdracht precies inhoudt, moet nog nader worden bekeken.

6. Bètadidactische benadering

A. Gekozen bètadidactische benadering

Voor onze lessenserie kiezen wij de volgende bètadidactische benaderingen:

Context onderwijs

We beginnen onze lessenreeks met een betekenisvolle context: de IVF incubator. Als de temperatuur in de incubator niet binnen een klein marge constant wordt gehouden, sterft het embryo. Hiervoor is een temperatuurregeling nodig. Deze context imiteren we op kleine schaal door een weerstand te verwarmen en de temperatuur hiervan direct te meten met een temperatuursensor die aan Coach is gekoppeld. Aan het eind van de lessenserie vragen we de leerlingen een transfer te maken naar andere contexten.

Probleemgestuurd onderwijs

Na het practicum handmatige aan/uit-regeling (Les1) leggen we de leerlingen een probleem voor. Namelijk: hoe is de temperatuurregeling te automatiseren in Coach. Ze moeten hiervoor zelf op zoek naar de benodigde informatie uit de warmteleer en wiskunde/informatica (modelleren in Coach).

Geleid heruitvinden

Het is de bedoeling dat door gerichte vraagstelling bij de opdrachten, de voorkennis bij de leerlingen zodanig wordt geactiveerd, dat ze in staat zijn om de relevante kennis voor een automatische temperatuurregeling in Coach zelf te construeren. Het idee van een proces met terugkoppeling (regelproces) is natuurlijk al heel lang geleden ontdekt. Door een goede sturing in de opdrachten, zouden leerlingen deze kennis als het ware opnieuw kunnen uitvinden (*Bakker,2008*). Door leerlingen te laten samenwerken kan het leereffect worden versterkt (sociaal constructivisme).

B. Consequenties voor opbouw

Om de opbouw van onze lessenserie te verduidelijken, maken we gebruik van het curriculaire spinnenweb van *Van den Akker (2003)*. In deze schematische voorstelling staat de visie centraal ("*Wartoe leren zij?*"). Daaromheen staan de leerplanaspecten, die onderling met elkaar zijn verbonden en elkaar dus beïnvloeden.



De visie voor deze lessenserie (*“Waartoe leren zij?”*) wordt bepaald door de vraag van het Dominicus College naar een praktische opdracht op het gebied van technische automatisering en schriftelijke verslaglegging. Dit is een onderdeel van het schoolcurriculum. De leerdoelen (*“Waarheen leren zij?”*) zijn afgeleid van de wensen van de opdrachtgever en houden rekening met de eerder genoemde uitdagingen en door ons gekozen leertheorie: het constructivisme.

Als we kijken naar de leeractiviteiten (*“Hoe leren zij?”*) dan valt bij probleemgestuurd onderwijs op dat deze minder door de docent, maar meer door de leerling gestuurd worden. De leerlingen ontwikkelen zelf nieuwe kennis en vaardigheden door gebruik te maken van hun voorkennis (constructivisme). Dit heeft direct effect op het naastgelegen leerplanaspect in het spinnenweb: de docentrol verschuift namelijk meer van kennisoverdrager naar begeleider (Vermunt, 1999). Doordat de docent vooral een begeleidende rol vervult, kan hij als de leerlingen de opdracht uitvoeren al een goed beeld krijgen van het leereffect op de leerlingen. De summatieve toetsing (*“Hoe wordt hun leren getoetst?”*) vindt plaats door beoordeling van het eindverslag.

Een wens van de opdrachtgever is om leerlingen in duo's te laten werken. Dat past goed bij de door ons gekozen leertheorie. Vanuit het (sociaal) constructivisme is het namelijk waardevol om leerlingen samen te laten leren met een begeleidende rol van de docent. (Vermunt, 1999). Dit komt tot uiting in het leerplanaspect groeperingsvormen (*“Met wie leren zij?”*).

Voor het uitvoeren van de praktische opdracht zijn bronnen en materialen nodig (*“Waarmee leren zij?”*). Allereerst een laptop met Coach, een systeembord, een weerstand als warmtebron, een voeding en een temperatuursensor. Om leerlingen het traject van geleid heruitvinden te laten doorlopen, zijn daarnaast duidelijke leerlingopdrachten nodig. Hierin wordt met gerichte vraagstelling de benodigde voorkennis bij leerlingen geactiveerd. Het contextgerichte karakter van de lessenserie heeft invloed op de leerinhoud (*“Wat leren zij?”*).

7. Bètadidactische ingrediënten

In onze lessenserie gaan wij gebruik maken van de volgende bètadidactische ingrediënten: modelvorming, practica en gebruik van ICT.

De modelvorming staat hierbij centraal. Vanuit de natuurkunde (warmteleer) leren de leerlingen het proces van opwarmen en afkoelen te beschrijven in een model. Vanuit dit model gaan ze een algoritme opstellen voor het maken van een geautomatiseerde temperatuurregeling. Hierbij is elementaire wiskundekennis nodig (vergelijkingen, grafieken, richtingscoëfficiënt) en elementaire informaticakennis (logisch programmeren). Er worden practica gebruikt om het proces van modelvorming te ondersteunen (Les1) en om het opgestelde algoritme in de praktijk te testen (Les 4). Door de practica verwachten we een goede aansluiting te krijgen tussen de mentale modellen die de leerlingen al hebben over warmte en temperatuur en de conceptuele modellen die we hen aanbieden (*Greca & Moreira, 2000*) en ook (*Harisson, 1999*).

De rol van ICT is binnen onze lessenserie evident. We maken gebruik van het softwarepakket Coach. Dit pakket is speciaal ontwikkeld voor natuurwetenschappelijke vakken. Met Coach kan worden gemodelleerd en kan ook worden gemeten en gestuurd. Voor meten en sturen wordt een interface gebruikt (CoachLab).

Modelleren in Coach is voor leerlingen begrijpelijk en vindt plaats in een eigen programmeertaal zonder veel moeilijke woorden (CoachTaal). De leerlingen kunnen hun ontworpen algoritme dus relatief eenvoudig invoeren. De structuur van CoachTaal sluit overigens prima aan bij de meest gangbare programmeertalen, waardoor de opgedane programmeerkennis goed kan worden gebruikt in een vervolgopleiding van de leerlingen. Meet- en stuurgegevens kunnen in Coach overzichtelijk worden weergegeven in tabellen en grafieken. Leerlingen kunnen op die manier goed zien hoe het opwarm- en afkoelproces verloopt. Het pakket is daarmee uitermate geschikt om een moeilijk onderwerp als regeltechniek voor leerlingen inzichtelijk te maken. Een bijkomend voordeel voor de docent is dat er in Coach van tevoren sjablonen kunnen worden klaargezet voor leerlingen (Project), zodat leerlingen snel aan de slag kunnen.

Van Eijck (2013) maakt onderscheid in verschillende vormen van ICT gebruik op basis van verschillende toepassingsvormen in een leeromgeving. De wijze waarop wij ICT gebruiken in onze lessenserie is primair gericht op theorievorming voor het doen van onderzoek (geleide heruitvinding). Daarnaast ook als instrument voor het ontwerp van een regelsysteem.

Tenslotte kan opgemerkt worden dat wij ICT vakoverschrijdend inzetten. Met Coach worden metingen gedaan aan een model voor opwarming (natuurkunde). Vervolgens wordt een algoritme bepaald om de temperatuur automatisch te regelen. Dit algoritme wordt in CoachTaal ingevoerd (wiskunde en informatica). ICT wordt niet alleen als gereedschap ingezet, maar is ook verbonden aan de leerdoelen van onze lessenserie.

Deel B

1. Planning

PROJECTFASE	DELIVERABLES	Weeknummer																										
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26							
Ontwerp	Ontwerpplan concept																											
	Ontwerpplan definitief																											
Ontwikkeling & uitvoering	Leerlingenopdrachten 1. Beta																											
	Docentenhandleiding 2. Test TOA																											
	3. Uitrol																											
	4. Definitief																											
Evaluatie	Evaluatierapport																											
	Urenregistratie																											
Presentatie	Onderwijsmarkt																											
	Wikiwijs																											

versie 23-03-2014

¹⁾ 2 april ontwerpplanpresentatie

Lessen L1- L4

²⁾ inleveren verslag leerlingen

Vergadering projectgroep:

Er is wekelijks een vergadering met de projectgroep en de begeleider van ESOE. In deze vergadering wordt de projectvoortgang besproken en worden acties bepaald die voor de volgende week moeten worden genomen.

Overleg opdrachtgever:

Er is wekelijks overleg met de opdrachtgever. Hiervoor is één persoon aangewezen. Logischerwijs is dat Ton van Amelsfort, omdat hij ook op het Dominicus College werkt. In dit overleg wordt de opdrachtgever op de hoogte gehouden van het projectverloop en worden praktische zaken en inhoud afgestemd.

2. Taakverdeling

Taken	Ton	Menno	Frank
Opzetten planning			X
Contact opdrachtgever	X		
Colleges	X	X	X
Betafase (proof of concept)	X	X	X
Ontwerpplan concept			X
Presentatie ontwerpplan	X	X	X
Ontwerpplan definitief			X
Testfase TOA	X		
Leerlingenopdracht Les 1		X	
Leerlingenopdracht Les 2		X	
Leerlingenopdracht Les 3			X
Leerlingenopdracht Les 4	X		
Docenthandleiding	X	X	X
Evaluatierapport	X	X	X
Urenregistratie			X
Presentatie onderwijsmarkt	X	X	X
Wikiwijs		X	

3. Bronmaterialen

In-vitrofertilisatie (IVF):

<http://www.dijkstra.net/products/Kalibratieservice-verhoogt-succesfactor-Brussels-IVF-laboratorium.html>

Warmteleer:

Newton vwo informatieboek 2, 3^e ed., ISBN 9789006311884, auteur K. Kortland, Thieme-Meulenhoff, Hoofdstuk 7 *Verwarmen en isoleren – Warmte en energie*

Toegepaste Energieleer, Warmte en Stromingsleer, 2^e druk, ISBN 9789039526538, auteur A.Taal, Academic Service

Regeltechniek:

<http://slptech.be/Cursussen/Regel/regel%20blok6%20Aanuit%20regelkringen%20wm.pdf>

Softwarepakket Coach en systeembord:

http://cma-science.nl/signaal/signaal3_techneik/systeembord.html

http://cma-science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_coachtaal.pdf

http://cma-science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_modelleren.pdf

http://cma-science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_meten_&_sensoren.pdf

[http://cma-](http://cma-science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_sturen_programmeren_&_actuatoren.pdf)

[science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_sturen_programmeren_&_actuatoren.pdf](http://cma-science.nl/software/coach6/pdf/c6_3_handboek_sturen_programmeren_&_actuatoren.pdf)

4. Evaluatiemethode

Uitgangspunt:

Aan het eind van de lessenserie vindt een evaluatie plaats met als doel het kunnen bijstellen van het oorspronkelijk ontwerp. We willen evalueren of het ontwikkelde onderwijs in de praktijk uitvoerbaar is voor docenten en leerlingen en of we de beoogde leerdoelen bereiken. Het model dat we voor de evaluatie hanteren, is gebaseerd op de "typologie van curriculaire verschijningsvormen" (Van den akker, 2003). In deze typologie wordt onderscheid gemaakt in drie curriculumniveau's: het beoogd curriculum, het geïmplementeerd curriculum en het gerealiseerd curriculum. Wij richten ons op kwalitatieve evaluaties van het geïmplementeerde- en gerealiseerde curriculum.

Evaluatie geïmplementeerd curriculum

Hierbij kijken we naar de (praktische) uitvoerbaarheid van de lessenserie voor docenten en of we in de klas het beoogde leerproces bij leerlingen te weeg brengen.

De evaluatie-instrumenten die we hiervoor gebruiken zijn:

- A) Interview met docent en TOA
- B) Observatie in de klas (eventueel met video)

Evaluatie gerealiseerd curriculum

Bij deze evaluatie gaat het om de leerlingen en wat ze geleerd hebben. We willen vaststellen of de leerlingen de beoogde leerdoelen bereikt hebben en welke ervaringen ze hebben opgedaan. De evaluatie-instrumenten die we hiervoor gebruiken zijn:

- C) Interview met leerlingen
- D) Analyse en beoordeling van de verslaglegging

5. Inhoud in hoofdlijnen

De lessenserie bestaat uit 4 lessen van 50 minuten en na de 4^e les enkele uren huiswerk voor het verslag:

- | | |
|---|----------|
| - Practicum handmatige aan/uit-regeling | Les 1 |
| - Activeren voorkennis warmteleer | Les 2 |
| - Ontwerp regeling | Les 3 |
| - Practicum geautomatiseerde regeling met Coach | Les 4 |
| - Verslaglegging | Huiswerk |

Practicum handmatige aan/uit-regeling (Les 1)

Na een korte introductie in het onderwerp temperatuurregeling van een IVF-incubator gaan de leerlingen in duo's een practicumopstelling bouwen. Met deze practicumopstelling wordt de IVF-incubator nagebootst. De opstelling bestaat uit een weerstand als verwarmingselement, een temperatuursensor die de temperatuur van de weerstand meet, een interface naar de laptop (systeembord en CoachLab) en het programma Coach op de laptop. Op het beeldscherm van de laptop kan in Coach een schakelaar worden bediend, die via de interface en een relais de stroomtoevoer naar de weerstand in- of uitschakelt. De temperatuur wordt gemeten met de sensor en via de interface weergegeven op het beeldscherm. Het is nu de bedoeling dat de leerlingen met handmatige bediening van de schakelaar de temperatuur van de weerstand constant proberen te houden op 36,8 °C (maximale afwijking 0,3 °C). Hiermee doen ze eigenlijk na wat er in een incubator gebeurt. Komt de temperatuur te hoog of te laag uit, dan sterft het embryo. Leerlingen ontdekken dat het systeem een traagheid heeft en dat ze de schakelaar al moeten uitschakelen voordat de gewenste temperatuur is bereikt. Door vraagsturing in de leerlingopdracht ontdekken ze welke factoren van invloed zijn op de in- en uitschakelmomenten.

Activeren voorkennis warmteleer (Les 2)

Bij les 2 is geen practicumopstelling nodig. De leerlingen werken in duo's en gaan hun voorkennis van de warmteleer activeren: o.a. de omzetting van elektrische energie naar warmte, opwarming en warmtecapaciteit met bijbehorende formules. Door sturing in de leerlingopdracht leren ze op basis van deze voorkennis een model op te stellen voor het opwarmtraject (inschakelen) en voor het afkoeltraject (uitschakelen). Uit het model en de meetgegevens uit les 1 kunnen ze de warmtecapaciteit en het warmteverlies berekenen. Deze gegevens hebben ze nodig om de temperatuurregeling in Coach te automatiseren.

Ontwerp regeling (Les 3)

Bij les 3 is geen practicumopstelling nodig. In deze les gaan leerlingen een ontwerp maken om de temperatuurregeling te automatiseren in Coach. Hiervoor worden de meetgegevens uit les 1 gebruikt en het model uit les 2. Ze gaan eerst een algoritme opstellen en in woorden te beschrijven. Daarna gaan ze het opgestelde algoritme omzetten naar een logisch programma in CoachTaal. Om leerlingen de oplossing zelf te laten ontdekken, is een leerlingopdracht aanwezig met gestuurde vraagstelling. In de leerlingopdracht zijn ook relevante programmeercommando's in CoachTaal zijn opgenomen.

Practicum geautomatiseerde regeling met Coach (Les 4)

In les 4 bouwen de leerlingen dezelfde practicumopstelling als in les 1. Ze gaan vervolgens het ontworpen programma (in CoachTaal) invoeren en werkend maken. Op die manier realiseren ze een geautomatiseerd regelsysteem in Coach, waarmee de temperatuur binnen de aangegeven grenzen constant wordt gehouden. De leerlingen ontdekken het voordeel van een geautomatiseerde regelkring ten opzichte van een handmatige bediening. Er is een leerlingopdracht aanwezig met gestuurde instructies.

Verslaglegging (Huiswerk)

Na de 4^e les maken de leerlingen thuis een verslag van de uitvoering en bevindingen. Om te toetsen of leerlingen de essentie van een regelsysteem begrepen hebben, wordt een transfer gevraagd naar toepassingen van regelsystemen in het dagelijks leven. Het verslag wordt met een cijfer beoordeeld op structuur en inhoud.

6. Docentenhandleiding

Het lesmateriaal wordt ontwikkeld op basis van de constructivistische leertheorie in een gegeven context. De leerlingen leren door zelf te ontdekken. Dit gebeurt op basis van probleemgestuurd onderwijs. Gezien de moeilijkheidsgraad van de opdracht is gekozen voor een sterke sturing in de leerlingopdrachten (geleid heruitvinden). De rol van de docent in de klas is begeleidend.

Voor de docent zal een docentenhandleiding worden gemaakt, waarin de volgende onderwerpen zijn opgenomen:

- Benodigde voorkennis van leerlingen
- Leerdoelen
- Didactische aanpak
- Opbouw van de lessenserie
- Benodigde materialen
- Uitvoering van de lessen
- Rol van de docent bij de lessen
- Beoordeling

7. Literatuurlijst

Akker, J. van den (2003). Curriculum perspectives: an introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (eds.), *Curriculum Landscapes and Trends*, (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bakker, A. (2008). Geleid heruitvinden vanuit een probleemstellende benadering. *Panama-Post. Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 27(1), 44-50.
<http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/7086.pdf>

Brown, M. (2009). Toward a theory of curriculum design and use: Understanding the teacher–tool relationship. In J. Remillard, B. Herbel-Eisenman, & G. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17–37). New York: Routledge.

Ertmer, P. & Newby, T. (1993). Behaviorism, cognitivism and constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance improvement quarterly*, 6 (4), 50-72

Greca I. & Moreira M. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling.
International Journal of research in science teaching, 22(1),1-11

Harisson G. (1999). Investigating a Grade 11 Student's Evolving Conceptions of Heat and Temperature.
Journal of research in science teaching, 36(1),55-87

Van Eijck M. (2013). Bètadidactiek: Inleiding in het ontwerpen van onderwijs in de bètavakken.
Syllabus voor het vak Bètadidactiek van de Master of Science Education and Communication van de Technische Universiteit Eindhoven. Versie 1.03

Vermunt, J.D. & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching.
Learning and Instruction 9, 257-280