

# Evaluatieverslag

---



## Lessenreeks Temperatuurregeling IVF-incubator

Bètadidactiek

juni 2014

Groepsleden:

Menno van Dongen  
Ton van Amelsfort  
Frank Poelmans

Opdrachtgever:

Dominicus College  
Nijmegen

Contactpersoon:

Rachel Crane

Begeleider ESOE:

Martijn Anthonissen

## Inhoud

1. Inleiding .....	2
2. Evaluatieproces .....	2
3. Evaluatiemethode .....	2
Uitgangspunt .....	2
Evaluatie geïmplementeerd curriculum .....	3
Evaluatie gerealiseerd curriculum .....	3
4. Algemene evaluatie lessenserie .....	3
Evaluatie geïmplementeerd curriculum .....	3
Evaluatie gerealiseerd curriculum .....	4
5. Terugblik eisen opdrachtgever en ESoE .....	6
6. Aanbevelingen .....	6
Bijlage 1: Evaluatielogboek .....	8
Bijlage 2: Beoordeling groep 1 .....	14
Bijlage 3: Reacties leerlingen uit verslagen .....	17

## 1. Inleiding

Dit verslag vormt de evaluatie van de lessenreeks waarin een temperatuurregeling voor een incubator voor IVF behandeling wordt gesimuleerd. Deze serie is ontwikkeld als opdracht voor het vak Bèdadidactisch ontwerpen van de ESoE van de TU/e.

Eerst zal het proces en de methode van onze evaluatie beschreven worden. Dan zal er een algemene evaluatie gegeven worden van de hele lessenserie. Vervolgens wordt een terugblik geformuleerd ten aanzien van de oorspronkelijke eisen van de opdrachtgever. Afsluitend worden aanbevelingen gegeven aan docenten die deze lessenreeks in de toekomst graag zouden willen uitvoeren in hun klas.

## 2. Evaluatieproces

Tijdens elke les zijn er aantekeningen gemaakt van verbeterpunten. Dit is gedaan door de docent zelf en door toeschouwende docenten. Ook zijn er vanuit de TOA's en leerlingen voorstellen gedaan wat beter zou kunnen. Tenslotte zijn er nog video's gemaakt die bekeken zijn en waaruit ook verbeteringen naar voren zijn gekomen. Al deze bevindingen zijn steeds in een evaluatielogboek vastgelegd. Dit logboek is als bijlage opgenomen aan het einde van dit verslag.

Omdat de lessenreeks in twee klassen is uitgevoerd, konden bevindingen uit de eerste klas meteen meegenomen en verbeterd worden in de tweede klas. De eerste klas (groep) vormde als het ware een pilot voor de lessenserie. De lessen van de tweede klas waren steeds ca twee weken later dan de eerste, dus hier was prima de tijd voor.

In het evaluatielogboek benoemen we per bevinding wat voor consequentie deze heeft voor het materiaal, de leerling- en docentenstencils, voor de lessenreeks of voor de begeleidende docent en TOA.

Op deze manier hebben we een volledige evaluatiecirkel doorlopen. Door de verbeteringen meteen te verwerken konden we in de tweede lessenserie kijken of de verbetering ook effect had.

## 3. 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

### **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

## **4. Algemene evaluatie lessenserie**

### **Evaluatie geïmplementeerd curriculum**

Het is gebleken dat we wat te ambitieus waren in wat we in vier lessen konden stoppen. Zeker tijdens de practica was door logistieke problemen de tijd voor het uitvoeren van het daadwerkelijke experiment maar beperkt tijd. We hebben dit opgelost door een zogenaamde les 0 in te voeren, waar alvast de groepjes konden worden gevormd en instructies vooraf werden gegeven. Ook zijn waar mogelijk de opstellingen voor de practica's alvast klaar gezet, zodat sneller begonnen kon worden met het experiment. Dit heeft de haalbaarheid van de lessen sterk verbeterd.

De begeleiding tijdens de practica is en blijft een aandachtspunt. Zowel de docent als de TOA dient goed voorbereid te zijn op de mogelijke problemen, die ook zeker gaan komen. Door de relatieve complexiteit van de opstelling zijn er veel voorkomende fouten en alleen door zelf een paar keer de opstelling uit te proberen krijg je voldoende bekendheid om problemen snel op te sporen en verhelpen.

Veel leerlingen bleken niet in staat om een Excel grafiek te maken. Wij hadden verwacht dat een atheneum 5 klas hiertoe al wel in staat zou zijn. Dit was niet zo. We hebben dit voor de tweede serie opgelost met een hand out met tips voor Excel. Het zou niet verkeerd zijn om een les aan Excel vaardigheden te besteden indien de leerlingen hier niet of weinig ervaring mee hebben. De instructie die wij uitgedeeld hebben in de tweede klas bleek nog steeds te weinig.

Aan de theorie voor dit practicum hebben we veel werk gehad. Om het schakelmoment echt te berekenen moet je eigenlijk een differentiaalvergelijking oplossen. Deze kennis ontbreekt bij 5 atheneum leerlingen en het is niet goed mogelijk en zinnig om ze dit in korte tijd aan te leren. Het

duurde even voordat we hier een oplossing voor hadden bedacht. Onze wens was dat de leerlingen zoveel mogelijk zelf alles konden berekenen. Dit bleek dus gewoon niet haalbaar en het beste dat we konden bedenken, was om ze een benadering te laten maken met een door ons opgegeven vuistregel. We hebben hier dus gekozen voor een didactische omissie.

Bij de totstandkoming van het experiment zijn behoorlijk wat problemen geweest. Zo waren er diverse problemen met Coach. Coach kan in verschillende modi werken, namelijk meten, sturen, modelleren en videometen. Omdat we vanuit Coach graag willen sturen, hebben we gekozen om die modus te gebruiken. Maar dan werkt het meten echter niet meer automatisch. Er wordt wel gemeten, maar deze gegevens worden niet opgeslagen en in de grafieken en tabellen verwerkt. Het bleek uiteindelijk dat je daarvoor een programmaregel met SlaOp moest gebruiken. Daarnaast bleek de wisselwerking tussen het programma Coach en de paddestoelen niet altijd goed te werken. In onze set-up bleek alleen de paddestoel van het type CoachLab II + (SAG 10) foutloos te werken.

Ook hoe de incubator nu te simuleren, bleek een uitdaging. We wilden een snelle reactie op verwarmen en hebben daarom gekozen om de opwarming van een weerstand te gebruiken. Dan moet de temperatuursensor hier echter wel contact mee maken. Hier is geëxperimenteerd met duct tape en wasknijpers om de sensor te fixeren, niets werkte echt fijn. De oplossing die we hier uiteindelijk voor gevonden hebben, is om een zelf gesoldeerd houdertje te maken wat aan de weerstand kan hangen en waar de sensor ingeschoven kan worden. De afkoeling bleek onvoldoende, deze was te traag om een uitdaging te zijn in dit experiment. Hiervoor hebben we de weerstand half in water geplaatst. Het waterniveau hiervoor luistert nauw, het moet zo hoog zijn dat de weerstand wel afgekoeld wordt door het water, maar weer niet zo hoog dat de sensor ook in het water zit. In het laatste geval ben je dan de watertemperatuur aan het meten in plaats van de weerstand.

Het geleid herontdekken tijdens de theorielessen bleek goed te werken. Uit de feedback van de leerlingen blijkt dat leerlingen die eerst maar moeilijk begrepen waar het nu eigenlijk over gaat, toch goed in staat bleken te zijn om bijvoorbeeld de formules die nodig waren af te leiden. Wat met het geleid herontdekken ook goed gelukt is, is om alle leerlingen steeds mee te nemen.

Een van de beoogde doelen was dat elke leerling elke les met min of meer gelijke voorkennis begon, waardoor ze weer in staat zouden zijn om de doelen van die les te behalen. Uit de resultaten van de verslaglegging door de leerlingen blijkt dat dit goed gelukt is.

#### **Evaluatie gerealiseerd curriculum**

Voor de beoordeling is een rubric opgesteld. In deze rubric komen alle leerdoelen die vooraf gedefinieerd zijn terug. Per leerdoel is bepaald welke verwachtingen er liggen voor een onvoldoende, voldoende of goed resultaat. Aan dit resultaat per leerdoel is vervolgens een cijfer gehangen, respectievelijk 0, 6 en 10. Door hiervan het gemiddelde te nemen, is het cijfer bepaald. Dit is dan ook de belangrijkste graadmeter voor het vaststellen of de beoogde leerdoelen behaald zijn. De resultaten zijn erg goed, de eerste groep heeft een gemiddelde van 8,1 (zie bijlage 2) gekregen als beoordeling. Oftewel de leerdoelen zijn goed behaald. Maar door de rubric kun je ook goed zien of per les de leerdoelen zijn behaald. Hieruit blijkt dat de eerste lessen iets lager gescoord wordt en de latere lessen iets hoger. Dit zal ook te maken hebben met de verdiepende werking van een lessenserie. Hoe verder je komt, hoe beter je begint te begrijpen waar je nu eigenlijk mee bezig bent.

De cijfers zijn echter wel erg hoog en waarschijnlijk in belangrijke mate te danken aan het gebruik van geleide heruitvinding. Een verzwaring van de rubric zou onze aanbeveling hebben.

Tijdens de vierde les, waarin de leerlingen een geautomatiseerde regelkring moeten ontwerpen, werd er steeds gejuicht en geklapt als een groepje een werkend programma had. Dit geeft wel aan dat het voor de leerlingen leuk en uitdagend was.

Onze wens was dat de context IVF de meisjes zou aanspreken. Dit bleek zeker het geval, veel groepen vragen in hun reacties ook om meer diepgang op dit onderwerp. Zie ook onderstaande leerlingen quotes voor de opgevangen feedback.

Enkele opgevangen woorden:

TOA's:

*"Goed materiaal"*

*"Volgens mij vinden ze het wel heel leuk, kijk ze lekker bezig zijn"*

Leerlingen:

*"prettig werken dankzij de goede sturing"*

*"doordat zo op de eenheden wordt gestuurd, worden de formules ook heel duidelijk meteen"*

*"verrassend dat Coach werkte"*

*"de boekjes waren overzichtelijk en stuurde je naar het eindresultaat"*

*"Al met al was het wel leuk dat de serie practica gerelateerd waren aan een onderwerp. Dat maakt het wat leuker, omdat je dan ook echt ziet dat er toepassingen zijn van hetgeen je net geprogrammeerd hebt."*

*"het was erg leuk om met iets bezig te zijn wat denken wij de meesten van ons wel interesseert, namelijk IVF. Het was misschien leuk geweest om daar wat meer op in te gaan, bijvoorbeeld door informatieve filmpjes over IVF. Hiermee kunnen we onze geleerde theorie vergelijken met hoe het in de praktijk gaat."*

*"Er stonden veel kleine foutjes in het stencil over het programmeren en het uitvoeren van de tweede meting. Om een voorbeeld te noemen: er stond datje de voedingskast aan moest zetten en de knop "Curr" helemaal open moest draaien. Van de toa's kregen wij te horen dat dit niet de juiste volgorde was en dat de knop "Curr" niet helemaal open gedraaid moest worden."*

*"Het zou handig zijn als er 1 of 2 meer lessen beschikbaar zouden zijn voor dit practicum. Les 1 neemt namelijk veel tijd in beslag en aangezien het bij heel veel mensen niet soepel is verlopen, zou het handig zijn als dit over 2 lessen gespreid zou kunnen worden. Je zou dan de eerste strategie in de eerste les kunnen uitproberen, vervolgens als huiswerk een tweede strategie bedenken en dan in de tweede les deze strategie uitproberen."*

*"We vonden het erg leuk om eens een keer een ander soort praktische opdracht te doen. Normaal gaat het om onderwerpen die ver vanaf af staan en ons vaak niet zo interesseert, bij dit onderwerp was dit echter wel het geval. Wij vonden het dan ook zeer leuk om bezig te zijn met iets nieuws en we raden het dan ook ten zeerste aan voor in de toekomst!"*

## 5. Terugblik eisen opdrachtgever en ESoE

De opdrachtgever wilde dat er 15 opstellingen voor evenzoveel duo's zouden worden opgeleverd. Dit is niet gelukt. De begrenzendende factor was het aantal beschikbare CoachLab II + van het goede type (SAG 10). Daar waren er maar 9 van beschikbaar. Na afloop van beide series lijkt het erop dat met hulp van CMA ook de SAG 9 types compatible zouden kunnen zijn met de opstellingen. Als dat zo is dan ontstaat er een tweede begrenzendende factor namelijk het aantal calorimeters. Daarvan zijn er maar 12. Er kunnen eventueel 3 van dergelijke onderdelen bij een andere school geleend worden.

Aanvankelijk zou de serie voor 3 klassen worden uitgevoerd. In goed overleg is besloten de serie maar bij 2 klassen uit te voeren: een pilot klas en een experiment klas.

De lessenserie zou impliciet een transfer moeten veroorzaken tussen de verschillende domeinen vanuit de wiskunde, informatie en natuurkunde. Uit de beschrijving van de serie blijkt dat niet alleen deze 3 domeinen aandacht hebben gekregen maar dat er ook een stapje buiten de examenstof is gezet.

## 6. Aanbevelingen

Deze lessenreeks is gegeven aan het einde van het leerjaar atheneum 5. Door het hoge instructieniveau denken wij dat het beter is om deze aan het begin van dit leerjaar te doen. Dit past beter in de overgang van de instructie PO's naar de meer zelfstandige PO's.

Geef een voorbereidende les, ook wel les 0 genoemd. Onderwerpen die tijdens deze les aan de orde kunnen komen zijn:

- Introductie van de practica, beschrijving van de lessenserie
- Introductie over IVF, toon video
- Geef een demonstratie van de opstelling, benoem de verschillende onderdelen. Bijvoorbeeld het systeembord waarvan alleen het relais gebruikt wordt, lijkt het ingewikkelder te maken. Door te benoemen wat de functie is, maak je het waarschijnlijk overzichtelijker.
- Besteed tijd aan Excel vaardigheden, doe het een keer voor of geef een les Excel
- Stel de groepjes alvast samen, groepjes van drie, niet minder, hierdoor blijft het aantal groepjes overzichtelijk en goed te begeleiden.

Tijdens de practicalessen:

- Zorg dat een TOA beschikbaar is, die zich heeft ingelezen en geoefend heeft met de opstelling.
- Zet de benodigdheden alvast klaar op de tafeltjes indien mogelijk. Laat ze natuurlijk wel zelf aansluiten, maar omdat het zoveel onderdelen betreft, scheelt dit veel tijd.
- Gebruik de ruimte van je lokaal, een dambordopstelling bleek prettig. Dus om en om een gebruikte tafel en een lege tafel. Hierdoor houd je als docent makkelijker overzicht en kun je makkelijker helpen rondom de gebruikte tafels.
- Zet de PowerPoint met FAQ's op het scherm. Zodat de simpelste problemen door de leerlingen zelf opgelost kunnen worden.

Een verzwaring van de rubric verdient onze aanbeveling. De cijfers zijn wel heel erg hoog, en ook vrij consistent hoog. De lagere cijfers zijn vooral te wijten aan te weinig inzet.

Al met al een erg leuke lessenreeks. Intensief voor zowel de leerling als de begeleidende docent en TOA, maar erg leerzaam en onderhoudend. Hoewel het drukke lessen betreft, is het zeker haalbaar.



## Bijlage 1: Evaluatielogboek

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
<b>Les 1 eerste uitvoering</b>					
Volgens de beschrijving moet het relais op A2 in Coachlab II (CL) . Dit moet A1 zijn	Van A2 naar A1 in de tekst				
Één set werd niet warm. Waarschijnlijk omdat de sensor niet goed zat.	Foto met juiste positionering van de sensor toevoegen	Bij demo van sensorplaatsing belang van positie benadrukken			
Plaatsen sensor is lastig		Sensor plaatsing klassikaal aan het begin voordoen			
Bij sommige Systemborden (SB) schakelde het relais niet			Dus op aarding letten bij de uitvoering.	Gebleken is dat dit hoogstwaarschijnlijk een aardingsprobleem is tussen SB en CL. Dus opletten bij de uitvoering.	
Leerlingen weten niet allemaal hoe de (nieuwe) voedingskasten werken.	Foto van voedingskast opnemen met voorkant en achterkant met schakelaar.				
Het was te veel, leerlingen kwamen bijna niet aan 2 metingen toe.	De regelkring gaat naar les 4	De inleiding van de context komt in les 0 (vóór les 1)			
Na 12 minuten gingen		De groepen indelen in			

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
de leerlingen aan pas de slag. Er moesten nieuwe groepen gemaakt worden) 3 II per groep'		les 0 (vóór les1)			
Na 22 minuten werd de eerste opstelling goedgekeurd. De traagheid komt voor een deel door de logistiek van het verzamelen van alle spullen.		Het stencil van les 1 al na les 0 uitdelen en meegeven.  Tijdens de les één leerling per groep die de spullen op gaat halen. De karren en de laptops zo plaatsen dat leerlingen elkaar niet in de weg gaan lopen.		Tijdens de les één leerling per groep die de spullen op gaat halen. De karren en de laptops zo plaatsen dat leerlingen elkaar niet in de weg gaan lopen.	
Niet elke groep is in staat een goede meting te doen	Na les 1 aan die leerlingen een eigen set beschikbaar stellen.				
Lesprogramma was te veel			Aanpassen lesprogramma en op tijd zetten.		
Leerlingen weten niet snel genoeg hoe gegevens op te slaan	Opslaan van gegevens opnemen in stencil les 1				
<b>Les 1 2<sup>de</sup> uitvoering</b>					
Tijdens de tweede uitvoering van les 1 zijn de spullen al klaargezet, gevolg er is genoeg tijd voor alle			Opnemen als goede optie in docentenmaterial	Als het kan voor de les en anders tijdens les start gewoon al de spullen uitdelen, zodat zo snel mogelijk	

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
metingen				begonnen kan worden	
Met de groepjes van drie is het eigenlijk wel een hele drukke boel in de klas			Opnemen: Advies zet de opstellingen in een dambordopstelling, dus 1 <sup>e</sup> tafel wel, 2 <sup>e</sup> niet, 3 <sup>e</sup> wel, dan 2 <sup>e</sup> rij 1 <sup>e</sup> niet, etc.		
Veel van de fouten in de opstelling zijn hetzelfde, leerlingen kunnen hierdoor niet starten			Maak een FAQ voor op het bord met de meest voorkomende fouten, dan kunnen ll'en deze zelf oplossen.		
Een set werkte niet			Check elke set op compatibiliteit	Check elke set op compatibiliteit	Aan het einde van de les bleek het aan de voeding van CoachLabII te liggen
Er zijn enkele klassieke valkuilen aan te wijzen waardoor een schakeling nog niet werkt	Op een scherm de valkuilen laten zien				Voedingen aangesloten (3 keer) Kleuren van de snoeren Opslaan van data voor het wissen van data Volgorde van het opstarten Sensor tegen de weerstand
<b>Les 2 eerste uitvoering</b>					
Er waren maar weinig leerlingen ivm de laatste schooldag					Les nogmaals doen
Enkele groepen hebben geen grafiek (het	Huiswerk nadrukkelijker onder de				

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
huiswerk resultaat laat te wensen over).	aandacht brengen				
<b>Les 2 tweede uitvoering</b>					
Enkele groepen hebben geen grafiek (het huiswerk resultaat laat te wensen over).					
Sommige leerlingen weten niet wat een vergelijking is.					
<b>Les 3 eerste uitvoering</b>					
Een paar kleine taalfoutjes	verbeteren				
Leerlingen nemen symbolen < en > uit het voorbeeld letterlijk over	Daar weghalen				
Leerlingen nemen T over in het programma in plaats van Temperatuur					
<b>Les 3 tweede uitvoering</b>					
<b>Les 4 eerste uitvoering</b>					
Leerlingen die het stuurprogramma aan de praat krijgen gaan juichen voor zichzelf.					

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
Nog steeds hebben enkele groepen geen grafiek (het huiswerk resultaat laat te wensen over).	Gegevens toewijzen aan assen en reeksen toevoegen aan instructie. (daar hebben ze (en wij als docenten) altijd nog wat aan)	Voor de pilot groep is de mogelijkheid geboden om les 4 in eigen tijd opnieuw te doen.			Gebrek aan Excel vaardigheden wordt nu als alibi gebruikt. 4 groepen hebben zich aangemeld. Eén groep omdat ze de gegevens niet mee hadden genomen.
Fout in de afbeelding van de opstelling (een rode draad wordt bij de print onderbroken)	herstellen				
De aanwijzing in de figuur voor de programmeertoets staat verkeerd	herstellen				
Een laptop was leeg (een les eerder ook gebruikt)					Er waren 12 laptops het uur daarvoor ook gebruikt.
Leerlinge vergeten gegevens over te zenden	USB of mail instructie toevoegen				
<b>Les 4 tweede uitvoering</b>					
De <> bij de teksten in Coachtaal wekken nog steeds verwarring	Toch maar aanpassen				
Het vooraf klaarzetten van alle spullen op tafels in dambord					Het lokaal moet wel leeg zijn voor aanvang van de les

bevinding	Consequentie leerlingen materiaal	Consequentie lesprogramma	Consequentie docenten materiaal	Consequentie TOA	
opstelling werkt perfect					
Het programmascherm staat verkeerd aangegeven.	Het lijntje moet naar het icoontje met de tandwieltjes				
Het geheel is een erg gestructureerde opdracht en past in de leerlijn aan het begin van het schooljaar van 5V		Aan het begin van het schooljaar uitvoeren.			
Er zijn enkele groepjes die hun dossier niet compleet hebben					
Het "linkerlampje" in de tekening aangeven (voor het checken van het functioneren van de relais aansturing)					
<b>Beoordeling verslagen groep 1</b>					
Veel hoge punten, een gemiddeld van een 8	Opdrachten iets moeilijker maken.				
Leerlingen met incompleet dossier en dat snel completeren krijgen een voldoende					

## Bijlage 2: Beoordeling groep 1

In de tabel hierna staan de resultaten van de trio's uit groep één. In de 3<sup>de</sup> kolom de maximale score. In de laatste het gemiddelde percentage. Daar tussen per trio hun resultaten. In de onderste rij volgens de traditie een penalty voor het niet vermelden van de bronnen en het te laat inleveren. Voor de bronvermelding zijn enkele groepen een punt kwijt geraakt. Normaal krijgen ze in deze fase een één. Echter, de bron die niet vermeld is betreft een plaatje dat de leerlingen in hun enthousiasme op de titelpagina hebben opgenomen.

<b>Practicum handmatige aan/uit-regeling (Les 1)</b>		<b>20</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>75</b>
	De leerling kan een eenvoudige praktische opdracht uitvoeren om de temperatuur van een vloeistof te meten en handmatig te regelen	10	8	10	10	9	10	10	6	4	4	<b>79</b>
	De leerling ontdekt dat de trage reactie van het systeem invloed heeft op zijn schakelmomenten en op de gewenste eindtemperatuur.	10	6	10	8	6	10	10	10	0	4	<b>71</b>
<b>Activeren voorkennis warmteleer (Les 2)</b>		<b>30</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>73</b>
	De leerling kan het natuurkundige proces van opwarmen en afkoelen beschrijven in een model op basis van voorkennis uit de warmteleer.	10	4	10	10	10	10	10	10	0	8	<b>80</b>
	De leerling kan de warmtecapaciteit C van het systeem bepalen op basis van het model en de meetgegevens uit Les1	10	0	10	4	9	4	10	10	0	5	<b>58</b>
	De leerling kan de helling (richtingscoëfficiënt van de raaklijn) van de temperatuur-tijd-grafiek verklaren vanuit het model en de meetgegevens uit Les1	10	0	10	10	10	8	10	10	6	10	<b>82</b>
<b>Ontwerp regeling (Les 3)</b>		<b>20</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>86</b>

	De leerling kan een ontwerp voor een geautomatiseerde temperatuurregeling maken door een algoritme op te stellen en in woorden te beschrijven.	10	6	10	10	8	10	10	10	6	2	<b>80</b>
	De leerling kan het opgestelde algoritme omzetten naar een logisch programma in CoachTaal.	10	6	10	10	10	7	10	10	10	10	<b>92</b>
<b>Practicum geautomatiseerde regeling met Coach (Les 4)</b>		<b>30</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>93</b>
	De leerling kan het ontworpen programma (in CoachTaal) invoeren en werkend maken.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	<b>100</b>
	De leerling kan de regelkring beschrijven aan de hand van de componenten in het systeem.	10	10	10	6	7	10	10	10	10	10	<b>92</b>
	De leerling ontdekt het voordeel van een geautomatiseerde regelkring ten opzichte van een handmatige bediening.	10	7	10	10	10	10	10	10	4	6	<b>86</b>
<b>Verslaglegging (Huiswerk)</b>		<b>30</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>79</b>
	De leerling kan een gestructureerd verslag maken.	10	10	10	10	10	10	10	10	6	8	<b>93</b>
	De leerling kan de uitvoering van het experiment beschrijven, de uitkomst analyseren en hieruit conclusies trekken.	10	7	10	7	7	7	10	7	6	6	<b>74</b>
	De leerling kan een transfer maken naar andere regelsystemen in het dagelijks leven.	10	8	6	6	8	6	10	0	10	8	<b>69</b>
subtotaal		<b>130</b>	<b>82</b>	<b>126</b>	<b>111</b>	<b>114</b>	<b>112</b>	<b>130</b>	<b>113</b>	<b>72</b>	<b>91</b>	<b>81</b>
cijfer		<b>10,0</b>	<b>6,7</b>	<b>9,7</b>	<b>8,7</b>	<b>8,9</b>	<b>8,8</b>	<b>10,0</b>	<b>8,8</b>	<b>6,0</b>	<b>7,3</b>	<b>83</b>
12 bron vermelding												
	correcte vermelding en voldoende	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<b>78</b>



13 op tijd												
	aantal dagen te laat (keer .2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aftrekpunten	<b>penalty te laat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
cijfer	<b>cijfer gecorrigeerd met penalties</b>	<b>10,0</b>	<b>5,7</b>	<b>9,7</b>	<b>8,7</b>	<b>8,9</b>	<b>7,8</b>	<b>10,0</b>	<b>8,8</b>	<b>6,0</b>	<b>7,3</b>	<b>81</b>

## Bijlage 3: Reacties leerlingen uit verslagen

Reacties van leerlingen op de lessenreeks. Deze reacties zijn overgenomen uit de verslagen die ingeleverd zijn en ongecensureerd. Afsluitend is een tabel opgenomen waarin is geprobeerd de verschillende opmerkingen te categoriseren en vervolgens aan te geven wat er met deze opmerkingen gedaan is.

### **Groep 1:**

We hebben een aantal verbeterpunten voor dit practicum. Allereerst er een probleem met het uitlezen van de temperatuursensor. Deze kwam namelijk niet overeen met de software. Dit was gelukkig snel te verhelpen door de sensor op een andere poort aan te sluiten.

Ook zou het misschien handig zijn om een stappenplan voor het gebruik van Excel aan te rijken. Dit zou bijvoorbeeld kunnen via itsLearning. Dit zou de snelheid kunnen verhogen voor groepjes die weinig ervaring hebben met Excel en computers in het algemeen. Door dit op itsLearning te plaatsen moeten leerlingen nog zelf opzoek gaan naar een oplossing. Dit lijkt ons beter dan iedereen een kant en klaar geprint stappenplan te geven, omdat dan het leren met Excel er wordt voorgedraaid.

### **Groep 2:**

De boekjes die wel tijdens de lessen kegen waren overzichtelijk en je werkte als het ware naar een eindantwoord toe. Dit was een sterk positief punt van dit PO. Een groot nadeel echter, was het exporteren van de gegevens van CoachLab naar Excel. Dit ging na les 1 niet goed. Gelukkig is het na wat vragen wel uitgelegd en lukte het alsnog. In het vervolg zou het handig zijn als er van tevoren een korte uitleg gegeven wordt over het exporteren naar Excel, maar een handout hiervoor kan ook. Tot slot stonden er veel kleine foutjes in het stencil over het programmeren en het uitvoeren van de tweede meting. Om een voorbeeld te noemen: er stond datje de voedingskast aan moest zetten en de knop "Curr" helemaal open moest draaien. Van de toa's kregen wij te horen dat dit niet de juiste volgorde was en dat de knop "Curr" niet helemaal open gedraaid moest worden.

Ook bij het programmeren zaten er wat onduidelijkheden zoals het gebruik van de haakjes. Dit was het geval bij 'Als <voorwaarde>' en 'Dan <voorwaarde>'. Het was hierbij niet duidelijk dat de daadwerkelijke waarde tussen ronde haken geplaatst moest worden. Hierdoor konden de metingen niet starten en je komt er zelf niet zo snel op om zoiets te veranderen aan je programma, als je nog nooit eerder hebt geprogrammeerd.

Al met al was het wel leuk dat de serie practica gerelateerd waren aan een onderwerp. Dat maakt het wat leuker, omdat je dan ook echt ziet dat er toepassingen zijn van hetgeen je net geprogrammeerd hebt.

Context: het was erg leuk om met iets bezig te zijn wat denken wij de meesten van ons wel interesseert, namelijk IVF. Het was misschien leuk geweest om daar wat meer op in te gaan, bijvoorbeeld door informatieve filmpjes over IVF. Hiermee kunnen we onze geleerde theorie vergelijken met hoe het in de praktijk gaat.

### **Groep 3:**

We vonden het erg leuk om eens een keer een ander soort praktische opdracht te doen. Normaal gaat het om onderwerpen die ver vanaf af staan en ons vaak niet zo interesseert, bij dit onderwerp was dit echter wel het geval. Wij vonden het dan ook zeer leuk om bezig te zijn met iets nieuws en we raden het dan ook ten zeerste aan voor in de toekomst!

### **Groep 4:**

Les 1: Het was fijn geweest om meer tijd te hebben voor de metingen. Nu hadden we net genoeg tijd om de twee metingen af te krijgen, maar hierdoor hebben we niet echt goed kunnen nadenken over wat een betere strategie zou kunnen zijn.

Klassikale uitleg over hoe je de grafieken moest maken in Excel had u en ons veel moeite en tijd kunnen besparen.

Les 2: Sommige vragen waren niet helemaal duidelijk naar onze mening, (zie vraag 2)

Les 4: Het blokje 'open programmeervenster' stond bij het verkeerde icoontje. Een klein detail, maar het zorgde wel even voor verwarring. Ook in deze les was het fijn geweest als we iets meer tijd hadden gehad. Tijdens de proef kwamen we er namelijk achter dat de temperatuur met ons programma net iets te vroeg constant werd gehouden. Het was leuk geweest als we ons programma konden aanpassen om te kijken of het dan wel goed ging, maar hier was niet genoeg tijd voor.

### **Groep 5:**

Context: Het is vaak handig als aan de hand van een voorbeeld opdrachten kunnen worden gemaakt. Zo vonden wij het erg lastig om de  $S_s$  en  $S_a$  bij een regelkring een betekenis te geven. Wanneer hier een voorbeeld bij staat is het makkelijker om dit te doen. Bij het schrijven van het Coach programma stond wel een voorbeeld dat erg handig was!

Ook was het onduidelijk bij het korte verslag bij het 'Transfer' onderdeel hoeveel voorbeeld regelkringen er werden verwacht in het verslag. Misschien is het handig als hierbij een aantal wordt genoemd, zodat je zeker weet dat je er genoeg hebt.

Tips voor het lesprogramma: Voor een nog beter resultaat, zou de proef nog vaker herhaald kunnen worden. Hierdoor zou de meest ideale formule eruit komen. Ook is er bij de laatste meting niet tot 300 seconde gemeten, omdat de tijd hiervoor te kort was. De piek naar beneden die we in de laatste en beste grafiek hadden zou dan kunnen verdwijnen, waardoor vanaf het begin de temperatuur al tussen 36,5 °C en 37,2 °C zit.

Het is handig wanneer de boekjes voor de volgende les al vooraf worden gegeven. Hierdoor kunnen de leerlingen zich van te voren verdiepen in wat de volgende les wordt gedaan. De tijd was al kort om metingen uit te voeren in Coach, maar door de voorbereiding nog in de les te moeten doen (les 1) wordt nog meer tijd verloren. Nu werd er pas na de metingen verdiept in de opdrachten, waardoor bijvoorbeeld niet is gelet op de helling.

Er was wel in een les voor het practicum in les 1 verteld wat het IVF precies inhoudt en wat we ongeveer gingen doen. Wanneer hier een filmpje bij werd getoond van het gehele proces rondom IVF zou het doel van dit practicum duidelijker worden en worden leerlingen gemotiveerd.

Opstelling: De opstelling met was voor ons erg duidelijk. Aan de hand van kleuren draden konden wij de opstelling zonder problemen aansluiten. De tekening die hierbij in het boekje stond was duidelijk en daarnaast konden we de stappen ook in de tekst lezen. Zeker een pluspunt dus!

Een goed verbeterpunt voor het practicum is dat de beker waar het water in zit niet goed genoeg wordt afgesloten. Hierdoor kan er waterdamp ontsnappen, waardoor de hoeveelheid water verandert. Dit zorgt er dan dus ook voor dat de meetresultaten daardoor beïnvloed worden.

De vragen die bij het PO horen waren niet altijd duidelijk gesteld. Een andere formulering zou dit probleem kunnen verhelpen. Bij de uitleg van het verslag onder het kopje 'Transfer' wordt de volgende vraag gesteld: 'Bedenk voorbeelden die niet gaan over het constant houden van de temperatuur, ..... ' Hierbij is het niet duidelijk welke voorbeelden u dan wel precies wilt.

### **Groep 6:**

Het zou handig zijn als er 1 of 2 meer lessen beschikbaar zouden zijn voor dit practicum. Les 1 neemt namelijk veel tijd in beslag en aangezien het bij heel veel mensen niet soepel is verlopen, zou het handig zijn als dit over 2 lessen gespreid zou kunnen worden. Je zou dan de eerste strategie in de eerste les kunnen uitproberen, vervolgens als huiswerk een tweede strategie bedenken en dan in de tweede les deze strategie uitproberen.

Een andere tip is dat het handig is als van te voren wordt gedemonstreerd hoe je een coachbestand omzet in een textbestand, omdat veel mensen niet goed wisten hoe dit moest en daardoor een achterstand opliepen, omdat zij daardoor in de les de meetgegevens niet bij de hand hadden.

Een ander verbetervoorstel gaat over het kopje 'conclusies' in lesbrief 4. Het zou handig zijn als in elke lesbrief aan het einde een vakje open werd gelaten om daar de conclusie over die les in te kunnen schrijven. Een tip zou hierbij ook zijn om richtlijn te geven waarover de conclusie van die lesbrief ongeveer zou moeten gaan.

Ook hebben we onszelf voorgenomen de volgende keer een USB-stick mee te nemen. Dat hadden we bij dit PO niet, en daardoor konden we onze gegevens en grafieken niet opslaan, omdat het internet het niet deed op onze laptop. Hierdoor hebben we de hele proef in een tussenuur over moeten doen.

### **Groep 7:**

Een klein verbetervoorstel over het PO zelf is een kleine extra handleiding of stappenplan voor het maken van de grafieken in Excel. Het is bij ons na lang proberen gelukt, maar veel groepjes, waaronder wijzelf, hadden hier wel problemen mee.

We vonden het erg leuk aan dit PO dat het duidelijk is waar dit in de praktijk voor kan worden gebruikt, datje er dus echt iets aan hebt: namelijk het constant houden van de temperatuur in een IVF-incubator. Dit is erg nuttig, en daarom moet de informatie over de context van het PO dus zeker blijven in de informatieboekjes!

Verbetervoorstellen: Over het algemeen vonden wij het natuurlijk erg goed gaan. Maar er waren een aantal dingen die beter hadden gekund.

In onze situatie ging de meting van les I niet goed. De temperatuur steeg in ons bakje niet boven de 29,5°C. De reden hiervoor is onduidelijk. Het zou aan de weerstand kunnen liggen, maar ook aan de hoeveelheid water in het bakje. Bij teveel water kan namelijk niet al het water worden verwarmd. Het zou een goed idee zijn om vooraf aan te geven dat wij moeten controleren hoeveel water er in het bakje zit [bijv. tot een bepaald streepje of een aantal centimeter, als iedereen hetzelfde bakje gebruikt]. Dit voorkomt dat er een hele les voorbij gaat zonder dat er nuttige metingen worden gedaan, zoals bij ons het geval was.

Daarnaast zouden de instructies voor het programmavenster iets aangescherpt kunnen worden. Het was qua leestekens een beetje onoverzichtelijk, waardoor er in ons programma direct enkele fouten zaten. We wisten bijvoorbeeld niet wanneer we wel of niet haakjes ('<' of V) moesten gebruiken, en of dat dan punthaken of 'normale' haakjes moesten zijn. Achteraf bleek dat de punthaken helemaal niet aan de orde kwamen, maar dat was aanvankelijk nog al onduidelijk, want bij de voorbeeldcodes stonden deze wel.

Een persoonlijk verbeterpunt is dat wij ons beter aan de kleuren van de draadjes hadden kunnen houden, zoals deze in de tekening van de opstelling was aangegeven. Dan was onze opstelling wat overzichtelijker geweest. Nu was het vooral een wirwar van draden.

#### **Samenvattend overzicht van de reacties:**

Thema opmerking leerlingen	Aantal negatief	Aantal positief	consequentie
Opstelling	4 (sensor, snoeren en voeding)	2 (prima schema's)	De bekende storingsbronnen zijn beschreven en een deel wordt geprojecteerd op een scherm
Tijd	5 (te weinig)		Er is een lus 0 toegevoegd en de apparatuur wordt vooraf uitgedeeld.
Excel	3 (te weinig vaardigheden)		Is als aanbeveling opgenomen
Coach	2 (te weinig bekendheid)		
Stencils	6 (kleine foutjes)		Deze zijn verbeterd
Context (IVF)	2 (te weinig aandacht)	6 (leuk)	
Geleid heruitvinden	2 (te veel voorgekauwd)		
begeleiding	1 (te weinig TOA)		Is als aanbeveling opgenomen