



TEASER

Teacher as Avatar

Onderwijs- en leerscenario

Biomaterialen en 3D-bioprinten in
celcultuur

Inhoud

I. Mastergegevens en context	3
II. Onderwijsontwerp	4
III. Technologische implementatie	5
IV. Gedetailleerd lesplan	6
1. Introductie en inleiding	6
2. Uitvoering van de taak	6
3. Evaluatie / Beoordeling	7
4. Afronding van de sessie	7
V. Middelen en nevenzaken	8
1. Video's	8
2. Interactieve componenten	8
3. Mediaportfolio	9

I. Mastergegevens en context

- **Scenariotitel en samenvatting:** Het scenario heet "**Biomaterialen en 3D Bioprinting in Celcultuur**". Het dient als een geavanceerde leerunit die voortbouwt op de fundamenteën van klassieke 2D-celkweek en een brug vormt naar moderne **3D-toepassingen en innovatieve onderzoeksbenaderingen**. De kerninhoud omvat de theoretische introductie en praktische toepassing van **weefseltechnologie**. Leerlingen leren hoe hydrogels worden aangepast om cellen optimaal te ondersteunen en hoe celculturen worden voorbereid voor het proces van **3D-bioprinten** om de eerste driedimensionale celconstructies te creëren (bijvoorbeeld alginaatstructuren). Zoals gebruikelijk in de TEASER-scenario's is kennisoverdracht hybride via **AI-ondersteunde leervideo's** die direct via QR-codes toegankelijk zijn bij de laboratoriumstations.
- **Beroepsveld en doelgroep:** Dit scenario bevindt zich binnen de **biologie, chemie en bioprocesstechniek**.
 - **Doelgroep:** Het scenario is voornamelijk gericht op **stagiairs (VET-leerlingen) vanaf het tweede jaar van de leertijd**.
 - **Beroepsprofielen:** **Potentiële** biologielaaboratoriumassistenten en chemische laboratoriumassistenten **die al basiskennis hebben van aseptisch werk en nu gespecialiseerde vaardigheden in regeneratieve geneeskunde en additive productie willen verwerven**, worden met name behandeld.
- **Leerdoelstellingen:** Competentieontwikkeling wordt onderverdeeld in drie categorieën:
 - **Kennis:** Deelnemers begrijpen de fysisch-chemische basisprincipes van **hydrogelmodificatie** evenals de technische principes van **3D-bioprinting**. Je verwerft kennis over de relatie tussen materiaaleigenschappen (bijv. viscositeit, biocompatibiliteit), celcompatibiliteit en het structurele ontwerp van weefselconstructies. Ze kennen ook de specifieke gezondheids- en veiligheidsvoorschriften voor het gebruik van bioprinters in het laboratorium.
 - **Vaardigheden:** Leerlingen kunnen hydrogels aanpassen volgens exacte specificaties en cellen veilig in deze inbedden. Je zult bedreven zijn in het **opzetten en bedienen van een 3D-bioprinter** en het beheersen van de printparameters. Daarnaast leren ze de vaardigheden om de geprinte 3D-constructies microscopisch te beoordelen en deze te documenteren op het gebied van celgezondheid, structurele integriteit en vrijheid van besmetting.
 - **Competenties:** Trainees ontwikkelen het vermogen om kritisch de praktische relevantie van 3D-bioprintmethoden voor onderzoek en klinische toepassingen te evalueren. Zij kunnen zelfstandig overdrachtsideeën ontwikkelen voor toekomstige projecten en hun resultaten systematisch vergelijken met doelwaarden om optimalisatiepotentieel in het printproces te identificeren.

II. Onderwijsontwerp

- **De "Onderwijsvraag":** De centrale pedagogische uitdaging van dit scenario ligt in de complexiteit van de overgang van klassieke 2D-celweek naar moderne **3D-toepassingen zoals weefseltechnologie**. Trainees moeten niet alleen zeer gevoelige biologische technieken beheersen, maar ook de fysisch-chemische parameters van nieuwe tools zoals **3D-bioprinters** begrijpen. De specifieke "educatieve vraag" is: **"Hoe kunnen AI-gestuurde avatars en adaptieve media worden gebruikt om het onderwijzen van complexe, technologisch geavanceerde processtromen (zoals hydrogelmodificatie) consistent, taakgerelateerder en individueler te maken?"**. Het gebruik van AI-media lost het probleem van **cognitieve overbelasting** op bij het gelijktijdig omgaan met biologisch materiaal en digitale machinetechnologie door asynchrone ondersteuning direct op het actiepoint te bieden.
- **Didactische setting:** Het scenario is theoretisch ingebed in het **SAMR-model** en bereikt het niveau van **"modificatie" (herontwerp)**, omdat het gebruik van QR-code-gebaseerde avatarinstructies en door AI gegenereerde taken het leerproces functioneel verandert en individualisering mogelijk maakt zonder deze techniek niet haalbaar zou zijn. Daarnaast wordt het Europese competentiekader **DigComp 2.2** (of DigCompEdu) toegepast door de **digitale soevereiniteit** van leerlingen te bevorderen bij het omgaan met AI-systemen en procescontrole. Station-gebaseerd leren wordt gebruikt als lesmethode : Leerlingen bewegen zelfstandig of in kleine groepen tussen verschillende werkstations (bijvoorbeeld een steriele werkbank voor celvoorbereiding en het station van de 3D-bioprinter), waarbij theorie en praktijk worden verbonden via interactie met de avatar en digitale werkinstructies.
- **Rol van de trainer/docent:** In dit scenario ondergaat de docent een overstap van pure kennisverdeler naar **moderator, coach en pedagogisch adviseur**. Terwijl de avatar de gestandaardiseerde, repetitieve instructies overneemt (bijvoorbeeld over apparaatveiligheid of hydrogelproductie), richt de instructeur zich op de volgende taken:
 - **Veiligheidsmonitoring:** Monitoring van naleving van gezondheids- en veiligheidsregels (H&S) tijdens het gebruik van de bioprinter.
 - **Technische expertise:** Het beantwoorden van diepgaande wetenschappelijke vragen over celcompatibiliteit en materiaaleigenschappen die verder gaan dan de standaardinstructies.
 - **Kwaliteitsborging en feedback:** Het uitvoeren van waarschijnlijkheidscontroles van de AI-resultaten en individuele ondersteuning bij de analyse van de microscopische beelden van de 3D-constructies.
 - **Reflectieondersteuning:** Moderatie van de laatste discussie over de ethische aspecten en de toekomst van bioprinting in onderzoek en klinische toepassing.

III. Technologische implementatie

- **AI- en avataroplossing:** In dit scenario worden **lineaire 2D-AI-gegenereerde avatars** voornamelijk gebruikt als **digitale tutors en demonstrators**. Tijdens het leerproces neemt de avatar de rol aan van een gespecialiseerde laboratoriumgenoot die de complexe theoretische fundamenteën van **weefseltechnologie** introduceert en de leerlingen stap voor stap begeleidt door de fasen van hydrogelmodificatie. Een centrale functie is het gebruik als **demonstrator voor machineveiligheid**, waarbij de avatar visueel de juiste opstelling en werking van de **3D-bioprinter** uitlegt en specifieke begripsvragen stelt aan het einde van videosequenties die in het systeem beantwoord moeten worden. Hoewel het project ook experimenteert met 3D-omgevingen en avatars, blijft de visuele belichaming hier bewust laagdrempel om een eenvoudige praktische toepassing in het dagelijks laboratoriumleven te garanderen.
- **Technische tools:** De technologische infrastructuur voor dit scenario combineert echte laboratoriumhardware met gespecialiseerde AI-software:
 - **AI-software: ChatGPT** (GPT-4) wordt gebruikt voor didactische scriptoptimalisatie en voor het geautomatiseerd maken van kennisquizen op basis van videotranscripties.
 - **Avatar- en spraakgeneratie:** HeyGen wordt gebruikt voor de visuele animatie van de avatars, terwijl de natuurlijke spraakoutput wordt gegenereerd door **Eleven Labs** (11 Labs).
 - **Interactieve media: H5P** en **Hedra** worden gebruikt om complementaire 360-graden leeromgevingen te creëren waar trainees met laboratoriumobjecten kunnen interageren.
 - **Hardwaretriggers:** Fysieke **QR-codes** worden direct aan de laboratoriumstations bevestigd (bijvoorbeeld op de bioprinter) en maken mobiele toegang tot de instructievideo's mogelijk via **tablets of smartphones**.
 - **Onderwerpspecifieke hardware:** De praktische implementatie wordt uitgevoerd op een **3D-bioprinter** (bijvoorbeeld voor het creëren van alginaatstructuren) en met behulp van een **omkeerbare microscoop** voor kwaliteitscontrole.
- **Software-hopping-benadering:** De inhoud wordt gemaakt via een technische keten die is opgezet in het TEASER-project (**software hopping**), waardoor docenten professionele media kunnen produceren zonder programmeerervaring:
 1. **Content capture:** De docent maakt eerst een technische handleiding of een rauw script op basis van echte laboratoriumprocessen.
 2. **Tekstoptimalisatie:** Dit transcript wordt taalkundig verfijnd door **ChatGPT** en omgezet in een didactisch gestructureerd avatarscript.
 3. **Mediasynthese:** De geoptimaliseerde tekst wordt **ingesproken in Eleven Labs** en vervolgens geïmporteerd in **HeyGen** om de avatar te lipsyncen.
 4. **Distributie:** De uiteindelijke video wordt geüpload naar **YouTube** en gekoppeld via een **QR-code**. Dit proces zorgt voor een hoog niveau van consistentie van de instructies terwijl tegelijkertijd de creatie-inspanning wordt geminimaliseerd.

IV. Gedetailleerd lesplan

Dit lesplan is ontworpen om de fundamenteën van klassieke celweek te combineren met geavanceerde additive manufacturing en wordt hybride ondersteund door AI-media.

1. Introductie en inleiding

- **Duur:** 30–45 minuten.
- **Inhoud:** Leerlingen krijgen een introductie tot de **basis van hydrogelmodificatie** en de technische principes van **3D-bioprinting**. De kritische relatie tussen materiaaleigenschappen (bijv. viscositeit), **celcompatibiliteit** en het structurele ontwerp van weefselconstructies wordt aangeleerd. Daarnaast worden de specifieke **gezondheids- en veiligheidsvoorschriften** voor het werken met bioprinters in het laboratorium uitgelegd.
- **Activiteiten:**
 - **Leerlingen:** Volg de **door AI ondersteunde leervideo via QR-code**, maak aantekeningen over de complexe processen en plan de praktische werkstappen voor de daaropvolgende hydrogelmodificatie. Ze bereiden ook hun laboratoriumstation en de benodigde materialen onafhankelijk voor.
 - **Docenten:** modereer de inleiding, verduidelijkt technische vragen over begrip en controleert de naleving van veiligheidsvoorschriften en het correct aanleveren van de startmaterialen.
- **Media:** **AI-avatarvideo's** (gecombineerd met AI-luidsprekers), digitale werkinstructies, veiligheidsgegevens, hydrogelmaterialen en celculturen.

2. Uitvoering van de taak

- **Duur:** 90–120 minuten.
- **Inhoud:** Praktische modificatie van hydrogels, **voorbereiding van cellen** (bijv. L929) en hun inbedding in het biomateriaal, evenals de **creatie van de eerste 3D-celconstructies**. De focus ligt op nauwkeurige controle van printparameters en monitoring van materiaalintegriteit.
- **Activiteiten:**
 - **Leerlingen:** Modificeer hydrogels volgens exacte specificaties, sluit de cellen aseptisch in en zet de **3D-bioprinter** op. Tijdens het printproces controleren ze continu de constructies op structuur, celgezondheid en mogelijke besmetting.
 - **Instructeurs:** Monitoren het steriele **werk** onder de werkbank evenals de technische parameters van de printer; zij geven directe technische feedback in geval van problemen.
- **Media:** 3D-bioprinter, steriele werkbank, omkeerbare microscoop, pipetten, speciale AI-leervideo's over printerbediening en hydrogelmodificatie.

3. Evaluatie / Beoordeling

- **Duur:** 30–45 minuten.
- **Inhoud:** Systematische **documentatie van de printresultaten** en materiaalmodificatie, evenals de beoordeling van celmorfologie binnen de gedrukte structuren.
- **Activiteiten:**
 - **Leerlingen:** Fotografeer de geprinte celconstructies met een **microscopoculaircamera**. Ze stellen een gedetailleerd protocol op, evalueren de nauwkeurigheid **en confluente van de print**, en vergelijken hun resultaten kritisch met de gespecificeerde **setpoints**.
 - **Docenten:** Controleer de documentatie op volledigheid, ondersteun de moeilijke beeldanalyse van de 3D-constructies en geef feedback over de behaalde printkwaliteit.
- **Media:** Reversingmicroscop met oculaircamera, avatarvideo voor camerabediening, digitale protocoltemplates.

4. Afronding van de sessie

- **Duur:** 20–30 minuten.
- **Inhoud:** Reflectie op de **praktische relevantie** van de methoden in onderzoek en regeneratieve geneeskunde, evenals discussie over de schaalbaarheid van de methoden.
- **Activiteiten:**
 - **Leerlingen:** Neem deel aan een eindpresentatie, observeer voorbeelden van klinische toepassingen en ontwikkel **hun eigen overdrachtsideeën** voor toekomstige onderzoeksprojecten.
 - **Docenten:** Presenteren verdere voorbeelden van toepassingen uit de praktijk (bijv. weefseltechnologie), modereren de discussie en evalueren de overdrachtsvoorstellen van de trainees.
- **Media:** Digitale presentaties of posters, notulenbladen voor eindreflecties.

V. Middelen en nevenzaken

1. Video's

De technische bemiddeling is gebaseerd op AI-geoptimaliseerde **HeyGen-avatarvideo's**:

- **Video 1: Het maken van de Alginate Inkt**
 - *Inhoud:* Instructies voor het nauwkeurig wegwegen van **natriumalginaat (0,2 g)** en **hyaluronzuur (0,02 g)**.
 - *Proces:* Stapsgewijze uitleg van de toevoeging van gedeïoniseerd water en homogenisatie met behulp van een roerstaaf, en de daaropvolgende opslag in de 15 ml Falcon-buis.
- **Video 2: Productie van de gelatine-suspensie**
 - *Inhoud:* Presentatie van de benodigde laboratoriumapparatuur (centrifuge, verwarmende mengplaat, keukenmixer) en chemicaliën (**gelatinepoeder en calciumchlorideoplossing**).
 - *Proces:* Richt je op het verwijderen van schuimvorming door herhaalde centrifugatie om een printbare consistentie te bereiken.
- **Video 3: Voorbereiding en 3D-bioprinting**
 - *Inhoud:* Technische opstelling van de bioprinter, inclusief het vullen van de druksput (bubbelvrij) en het fixeren van de petrischaal met vacuümvet.
 - *Software:* Instructies voor het Cura Lulzbot **slicerprogramma**, in het bijzonder hoe je de **debiet van 75% naar 100%** kunt aanpassen voor optimale extrusie.
- **Video 4: Hydrogelmodificatie en hercultivatie (L929)**
 - *Inhoud:* Vergelijking van verschillende coatings (**poly-L-lysine versus collageen**) om de celhechting op het biocompatibele oppervlak te vergroten.
 - *Resultaat:* Optische evaluatie van gelstabiliteit en hercultivatie resultaten na toevoeging van het medium.

2. Interactieve componenten

Het scenario integreert verschillende hulpmiddelen voor actieve kennisverificatie en ondersteuning bij technische problemen:

- **Kennisquiz (vragen 37–52):** Een uitgebreide catalogus van 16 vragen omvat alle procesrelevante details.
 - *Voorbeelden:* Waarom moet de gelatine tijdens het aliquoteren gemengd worden? (Gelijke concentratie waarborgend). Wat gebeurt er met ongecoate alginaat? (Het lost snel op).
 - *Feedbacklussen:* Elke vraag geeft **directe pedagogische feedback** die niet alleen het juiste antwoord bevestigt, maar ook de wetenschappelijke onderbouwing geeft (bijvoorbeeld de invloed van luchtballen op de druk).

- **360-graden omgevingen (H5P/Hedra):** Interactieve visualisaties stellen leerlingen in staat om virtueel met laboratoriumobjecten te interageren en meer diepgaande informatie over materiaaleigenschappen te verkrijgen.

3. Mediaportfolio

- **Avatar Suite:** Lineaire 2D-video's gemaakt met **HeyGen** en ingesproken over **11 labs** die fungeren als gestructureerde visuele instructies.
- **YouTube-archief:** Alle instructievideo's zijn toegankelijk via het centrale **TEASER YouTube-account** en direct via **QR-codes** gekoppeld bij de laboratoriumstations (bioprinter, steriele werkbank).
- **Visuele documentatie:**
 - Screenshots van de juiste instellingen in het Slicer-programma (G-code aanmaken).
 - Grafische weergaven van celmorfologie in 3D-constructies ter ondersteuning van beeldanalyse met **behulp van een microscoopoculaircamera**.
 - Plausibiliteitscontrole-sjablonen om AI-desinformatie (hallucinaties) te detecteren.