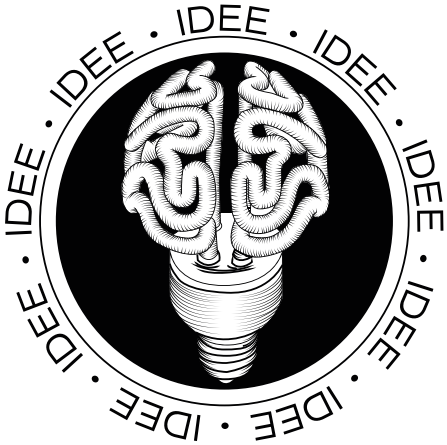
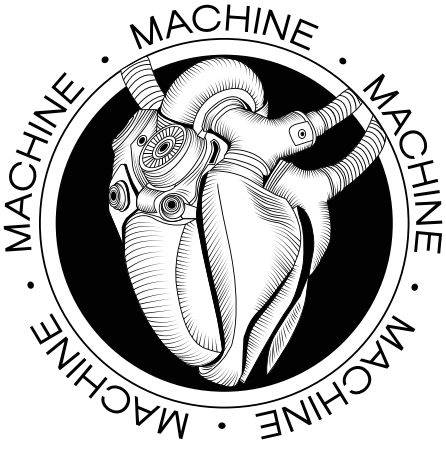
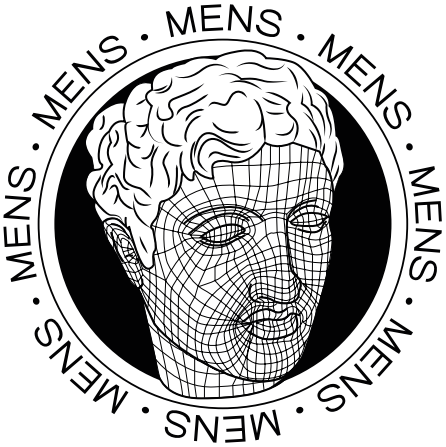
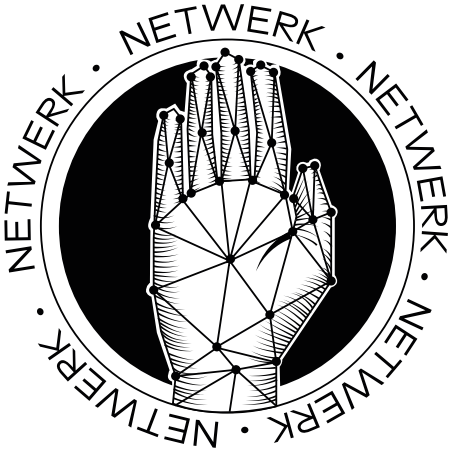
Arts ♥ Sciences

ONDERZOEKSAGENDA









Lectorenplatform
Onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie

DATA-DRIVEN DJ – BRIAN FOO

TWO TRAINS. SONIFICATION OF INCOME INEQUALITY ON THE NYC SUBWAY.

Sonification is het omzetten van wetenschappelijke gegevens naar geluiden. De reden hierachter is dat volgens sommige wetenschappers we iets beter kunnen horen dan zien. Een voorbeeld hiervan is het nummer 'Two Trains. Sonification of income inequality on the NYC Subway', waar de muziek inkomensongelijkheid laat horen.

Het doel van dit nummer is om een rit met de New Yorkse metro na te bootsen door 3 wijken: Brooklyn, Manhattan en de Bronx. Het volume en tempo van de muziek hangt samen met het gemiddelde inkomen in dat gebied. Als het gemiddelde inkomen van een wijk hoger ligt, zijn niet alleen meer geluiden te horen, maar verhoogt ook het volume en de kracht van de instrumenten. Soms hoor je 3 instrumenten, soms 30. Steeds worden dezelfde regels toegepast en dezelfde berekeningen uitgevoerd om van data tot muzieknoten te komen.

https://datadrivendj.com/tracks/subway/

INDEX

4. VOORWOORD

5. MANIFEST

7. HET LEGITIMEREN VAN ARTSSCIENCES-ONDERWIJS

11. HET VORMGEVEN VAN ARTSSCIENCES-ONDERWIJS

16. DE EMPIRISCHE EVALUATIE VAN DE EFFECTEN VAN ARTSSCIENCES ONDERWIJS

19. RESULTATEN EN ACTIVITEITEN 2019-2021

22. LITERATUUR

COLOFON

VOORWOORD

Deze publicatie is een product van het lectorenplatform Onderwijs op het snijvlak van Kunst, Wetenschap en Technologie (opgericht in 2017) dat gericht is op het promoten en onderzoeken van ArtsSciences-onderwijs. Het platform ziet interdisciplinaire praktijken van wetenschappers en kunstenaars als inspiratiebron voor vernieuwing in het funderend en beroepsonderwijs. Deze hybride praktijken op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie kunnen leerlingen en studenten stimuleren om vanuit verschillende kennisdomeinen tot een nieuwe manier van leren en probleemoplossen te komen.

In deze publicatie vinden lezers een manifest voor onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie, de daaruit voortvloeiende onderzoeksagenda, en een beschrijving van de activiteiten van het platform 2019-2021. Het manifest kan gezien worden als een geactualiseerde, gezamenlijke visie die gebaseerd is op inzichten uit de praktijk en uit eerder onderzoek. Het manifest is een oproep aan de educatieve praktijk, maar biedt ook aanknopingspunten voor een praktijkgericht onderzoek. De onderzoeksagenda zelf is een herijking van de eerdere onderzoeksagenda (2017-2019) en geeft de 'state-of the art' van ArtsSciences-onderwijs weer: wat weten we, wat weten we nog niet? De onderzoeksvragen die wij essentieel achten voor de legitimering, de vormgeving en de empirische evaluatie van de effecten van ArtsSciences-onderwijs worden in de onderzoeksagenda nader toegelicht.

Tot slot, deze publicatie wordt ondersteund met voorbeelden van projecten uit de ArtsSciences-praktijk, zoals die zich momenteel buiten het onderwijs ontwikkelen. De getoonde projecten zijn afkomstig uit onze ArtsSciences database - een bronnenbank voor leerlingen en docenten in het funderend onderwijs - en gaan vergezeld van kritische vragen, opdrachtsuggesties en literatuur. Zij laten de diversiteit van hedendaagse praktijken zien waarin kunst, wetenschap en technologie samenvloeien tot ArtsSciences en hun betekenis voor het onderwijs. Dit soort praktijken staan ook centraal in de ArtsSciences lessenseries voor primair en voortgezet onderwijs die we vanuit het platform hebben ontwikkeld. Op basis van videoportretten van o.a. Anouk Wipprecht, Jolan van der Wiel en Driessens & Verstappen bestuderen leerlingen actuele onderwerpen als wearable technology, artificial intelligence en natuurkundige verschijnselen. Op basis daarvan verrichten ze zelf onderzoek en ontwerpen ze een eigen ArtsSciences-werk. We hopen dat deze projecten een concrete stap kunnen zijn in de richting van het vernieuwen van onderwijs.

Het opstellen van deze publicatie gaf aanleiding tot nieuwe (internationale) ontmoetingen, prikkelende bijeenkomsten, discussies, en ideeën voor samenwerking. We hopen dat deze publicatie zal leiden tot nog meer onderzoek en samenwerking in vakoverstijgend onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie.

Melissa Bremmer
(lectoraat Kunsteducatie, Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten)

Emiel Heijnen
(lectoraat Kunsteducatie, Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten)

Michel van Dartel
(lectoraat Situated Art & Design, Avans Centre of Applied Research for Art, Design & Technology)

Anna Hotze
(lectoraat Wetenschap en Technologie, Hogeschool IPABO)

Danielle Arets
(associate lector Journalistiek en innovatie, Fontys Hogeschool)

Janine Stubbe
(Lector Performing Arts Medicine, Hogeschool voor de Kunsten Codarts)

Hanno van Keulen
(lectoraat Leiderschap in Onderwijs en Opvoeding, Hogeschool Windesheim, Almere)

Liesbeth Noordegraaf-Eelens
(Lector Onderwijsvernieuwing, Hogeschool voor de Kunsten Codarts)

Rutger van der Sande
(Lectoraat Bètadidactiek, Fontys)

Nathalie Roos
(Platform coördinator, Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten)

MANIFEST

voor onderwijs* op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie

*Dit manifest betreft ontwikkelingen in het primair, secundair, en beroepsonderwijs die betrekking hebben op verbindingen tussen de domeinen kunst, wetenschap en technologie. In het onderwijs wordt dit hybride leergebied ook wel aangeduid met termen als onderzoekend leren, ontwerpend leren, STEAM of Maker Education.

1.

Onze maatschappij behoeft kritische, maatschappelijk geëngageerde burgers om complexe problemen op te lossen en menselijke waarden te bewaken in de steeds snellere veranderingen die zij doormaakt.

2.

Onderwijs moet daarom niet worden vormgegeven vanuit een eenzijdig economisch perspectief en de traditionele scheidingen tussen disciplines, maar vanuit de kennis, vaardigheden en attitudes die noodzakelijk zijn voor burgerschap in een geglobaliseerde, post-industriële samenleving. Dit vergt:

a: een combinatie van kennis met creatieve, technische, kritische en analytische vaardigheden

b: ervaring in het toepassen van deze gecombineerde kennis en vaardigheden in de complexiteit van de wereld buiten de school- en opleidingsmuren.

3.

Om bovenstaande te bereiken moet:

a: onderwijs op het gebied van kunst, wetenschap en technologie ontschotten; en

b: het membraan tussen school/opleiding en maatschappij poreus worden.

4.

Daarvoor is het noodzakelijk dat:

a: kennis rond interdisciplinaire praktijken wordt ontwikkeld en overgedragen, maar ook betekenisvolle praktijkervaringen met ArtsSciences worden opgedaan;

b: docenten hun vakspecifieke kennis inzetten als bewakers en coördinatoren van interdisciplinaire leerprocessen, terwijl leerlingen en studenten worden aangemoedigd om te leren op- en over de grenzen van traditionele vakdisciplines;

c: leerlingen en studenten de beschermde omgeving van de school kunnen gebruiken om fouten te maken, maar daarnaast ook zelfvertrouwen kunnen opbouwen in het toepassen van deze ervaring in de wereld daarbuiten.

5.

Media labs en andere maatschappelijke laboratoria spelen een belangrijke rol in onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie. Zij bieden:

a: expertise in de begeleiding van interdisciplinaire maakprocessen en ervaring in artistiek en ontwerpend onderzoek;

b: een vrije experimentele ruimte en een gevarieerd publiek, waarmee zij kunnen functioneren als intermediair tussen opleidingen en maatschappij, en gelijkwaardige samenwerking tussen disciplines kunnen bevorderen.

6.

Het streven naar betekenisvolle samenwerking tussen kunst, wetenschap en technologie veronderstelt een doorlopend onderzoek waarin er naar een balans wordt gezocht tussen het bewaken van de eigenheid van disciplines enerzijds en de manier waarop zij elkaar kunnen versterken om tot waardevolle inzichten en bijdragen te komen anderzijds.

BIONIC CHAIR – GOVERT FLINT

'Zitten is dodelijk' of 'zitten is het nieuwe roken' wordt er tegenwoordig gezegd. Dat de hele dag stilzitten niet goed is voor je lichaam, valt misschien wel te verwachten, maar wist je dat ook je hersenen langzaam uitgaan van een hele dag zitten? Wie de hele dag heeft gezeten kan bijvoorbeeld 's middags nauwelijks nog nieuwe ideeën verzinnen. Dat dit zo is, hoef je ontwerper Govert Flint niet te vertellen, aangezien hij gefascineerd is door beweging. Hij ontwerpt dan ook meubels die je uitdagen om in beweging te komen, zogenaamd interactief meubilair.

Door slimmere technologie wordt het lichaam steeds vaker overbodig. Hierdoor zitten we dagenlang achter de computer. Ook in de avonduren zitten we vaak achter het scherm, terwijl het toch heel wat beter voor ons zou zijn om te gaan sporten. Zo komen we niet of nauwelijks aan de benodigde beweging per dag. Om tijdens het werken achter onze computers in beweging te komen, ontwierp Govert Flint de bionic chair. Een stoel waarmee je door lichaamsbewegingen je computer bedient. Een goede work-out de hele dag door, waarmee je aan het einde van de dag, zonder schuldgevoel, uitgeput met Netflix kan neerploffen.

http://www.govertflint.com/BIONIC-CHAIR-THE-SEGREGATION-OF-JOY

1. HET LEGITIMEREN VAN ARTSSCIENCES-ONDERWIJS

Er is een groeiende maatschappelijke behoefte aan toekomstige professionals die 'wicked' problemen kunnen oplossen, die over de grenzen van hun discipline heen kunnen kijken en uitblinken in vakoverstijgende vaardigheden zoals creativiteit, kritisch denken en samenwerken (Groenendijk & Heijnen, 2018). Het creëren van meer samenhang tussen vakgebieden, het ontwikkelen van vakoverstijgende vaardigheden (ook wel 21st-century skills genoemd), en het vermogen "om onderwerpen in de breedte en vanuit diverse perspectieven te bestuderen" (SLO, 2018, p. 7) worden daarom gezien als belangrijke speerpunten voor de vernieuwing van het funderend onderwijs in Nederland (Onderwijsraad, 2014; Curriculum.nu, 2019). Ook binnen het mbo en hoger onderwijs staat interdisciplinariteit hoog op de agenda, vanuit het besef dat hedendaagse, complexe maatschappelijke vraagstukken om meerdere perspectieven en innovatieve werkwijzen vragen (MBO Raad, 2015; Vereniging Hogescholen, 2021). Het Ministerie van OC&W benadrukt het belang van interdisciplinariteit als "het leggen van verrassende verbanden tussen verschillende manieren van denken en doen" (2015, p. 9).

De vorm van vakoverstijgend onderwijs die sterk in de belangstelling staat is de integratie van kunst-, wetenschaps- en techniekdisciplines, ook wel ArtsSciences genoemd. In alle lagen van het onderwijs wordt er volop geëxperimenteerd met allerlei vormen van ArtsSciences-onderwijs. Hoewel de populariteit van ArtsSciences onmiskenbaar is, valt op dat er een woud aan termen wordt gebruikt voor de aanduiding van deels overlappende leergebieden en didactieken.

Het beroepsonderwijs hanteert bijvoorbeeld aanduidingen als critical making, speculative design, artscience en maker education. Iets vergelijkbaars zien we in het voortgezet onderwijs: daar is toenemende aandacht voor maakonderwijs, Onderzoek & Ontwerp en Technologie & Toepassing die overeenkomsten hebben met ArtsSciences-onderwijs, maar waarbij de nadruk vaak ligt op de integratie van verschillende bètavakken. In het primair onderwijs is er aandacht voor de implementatie van Wetenschap en Technologie (Hotze, 2018). Bij Wetenschap en Technologie zijn onderzoeken en ontwerpen de leidende vaardigheden of activiteiten. Vaardigheden, denkwijzen en kennis worden in samenhang ontwikkeld door op een onderzoekende en ontwerpende manier te leren (Van Graft, Klein Tank, Beker, 2016). Hoewel Wetenschap en Technologie qua ontwerpende en onderzoekende benadering aanknopingspunten biedt voor een combinatie met kunst, wordt dit nog maar weinig toegepast (Hogenes, Diepenbroek, Bremmer & Hogerheide, 2021).

De ondertussen bekende internationale STEAM-beweging benadert ArtsSciences-onderwijs nog het meest. STEAM integreert de vakgebieden Science, Technology, Engineering, Arts en Mathematics (SLO, 2018). STEAM staat zowel in het primair als voortgezet onderwijs in de belangstelling, maar het is nog een zeer pril leergebied, waarbij het belang van de 'A' niet door iedereen erkend wordt, of slechts als bijzaak gezien wordt.

Om ArtsSciences-onderwijs te kunnen legitimeren zouden verschillen en overeenkomsten in de benadering van 'ArtsSciences- achtig' onderwijs de komende tijd meer aandacht moeten krijgen. De huidige aanduidingen van vakken in dit geïntegreerde leergebied levert een te versnipperd en onduidelijk beeld op, en vraagt om heldere definities van ArtsSciences-onderwijs en bruikbare termen voor beleidsmakers, docenten en lerenden.

Naast het belang van interdisciplinair denken en handelen, worden er nog andere argumenten genoemd voor ArtsSciences-onderwijs. Vanuit het perspectief van de wetenschapper en technicus kan een lerende systematisch en gestructureerd een probleem analyseren of oplossen, en vanuit het perspectief van de kunstenaar juist ethische, kritische en provocerende vragen stellen en verbeelden ten aanzien van mondiale, complexe thema's (Gielen, 2017). ArtsSciences- onderwijs overbrugt daarmee tevens de bekende kloof tussen abstract denken en toepassen, en doorbreekt het stereotype van de 'denker' en de 'doener' (Ratto, 2011; Ratto & Hertz, 2019). Verder kan ArtsSciences onderwijs lerenden uitdagen om gebruik te maken van nieuwe technologieën en ongebruikelijke materialen voor creatieve doeleinden (Heijnen & Bremmer, 2019). Door deze confrontatie met materialen die eerder deel lijken van het domein van wetenschap en technologie dan van de kunsten, kan de perceptie van lerenden enerzijds over 'wat kunst is' en 'wat kunstenaars doen' en anderzijds over 'wat wetenschap en technologie is' en wat 'wetenschappers en technici doen' verbreden (Heijnen & Bremmer, 2019; Grushka, Lawry, Clement, Hope, & Devine, 2016). Daarbij is het van belang dat betrokkenen (docenten, beleidsmakers, etc.) bij ArtsSciences-onderwijs reflecteren op de veranderende maatschappelijke rol van kunstenaars en wetenschappers.

Wij denken dat het doen van onderzoek naar concrete werk- en leerpraktijken en het delen en bespreken van de onderzoeksresultaten de beste manier is om ArtsSciences-onderwijs te legitimeren. Onderzoek kan daarbij ingaan op vragen als: welke achterliggende rationales zijn er voor het samenbrengen van kunst, wetenschap en techniek? En: wat is de kracht en zwakte van deze disciplines, vanuit de verschillende perspectieven bekeken?

ONDERZOEKSVRAGEN

- Hoe kunnen er in het woud van overlappende termen goede definities ontwikkeld worden voor ArtsSciences-onderwijs?
- Op welke wijze verbreedt ArtsSciences-onderwijs de perceptie van leerlingen, studenten en docenten van wat kunst en wetenschap is?
- Op welke wijze kan het Artsdomein de bèta- en gammadomeinen verrijken en verbreden, en andersom?
- Hoe zien interdisciplinaire denk- en werkwijzen er in het onderwijs uit?
- Welke achterliggende rationales zijn er voor het samenbrengen van kunst, wetenschap en technologie, en wat is de kracht en zwakte van deze disciplines, vanuit verschillende perspectieven gezien?

INVISIBLE FORCES – Bichopalo

De muzikant en kunstenaar Bichopalo is een soort uitvinder. Zijn instagrampagina is gevuld met posts van verschillende vreemd uitziende muziekinstrumenten. Om deze instrumenten te maken, gebruikt hij technologie, bestaande instrumenten en ongebruikelijke voorwerpen. Als je naar de muziek van Bichopalo luistert dan klinkt het zoals het werk eruit ziet. De sfeer van de muziek en de vormgeving van de instrumenten sluiten goed op elkaar aan. Het kunstwerk Invisible Forces laat de trillingen zien die vrijkomen als er geluid geproduceerd wordt. De trillingen veroorzaken een draaikolk in het glas, waardoor de slinger erboven ook in beweging komt.

https://www.instagram.com/_bichopalo_/

2. HET VORMGEVEN VAN ARTSSCIENCES-ONDERWIJS

Professionele ArtsSciences-praktijken als inspiratie voor het ontwerpen en uitvoeren van onderwijs

Een sterk aspect van ArtsSciences-onderwijs is dat het voortvloeit uit ontwikkelingen die plaatsvinden in de professionele kunst-, wetenschaps- en techniekdisciplines zelf. Onderzoek naar de kenmerken van professionele ArtsSciences-praktijken, kan dan ook kennis opleveren voor het ontwerpen en implementeren van onderwijs dat kritische, creatieve-, en probleemoplossende vaardigheden verbindt met actuele ontwikkelingen.

Zo is een kenmerk van ArtSciences praktijken dat zij traditionele rollen vervlechten: kunstenaars denken ook systematisch, wetenschappers zijn ook creatief, en technici zijn niet alleen uitvoerders. Deze vervlechting van rollen maakt het mogelijk dat kunstenaars reflecteren op wetenschappelijke vondsten en technologische vooruitgang. Onder andere door 'het onzichtbare' zichtbaar te maken (SLO, 2018) inspireert kunst weer nieuwe wetenschap en innovatie. Andersom zorgt die vervlechting ervoor dat wetenschappelijke vondsten en technologische vooruitgang leiden tot nieuwe esthetiek en innovatieve kunstvormen. Omdat wetenschappers en kunstenaars bezig zijn met creativiteit, verbeelding, kritisch en analytisch denken, en complementaire onderzoeksprocessen hanteren, zijn beiden gebaat bij het vervagen van de grenzen tussen kunst en wetenschap (SLO, 2018; Marshall, 2014). Voor het onderwijs is het belangrijk om inzicht te krijgen in hoe deze creatieve- en onderzoeksprocessen verlopen zodat docenten deze kunnen inzetten in hun onderwijs.

Een ander belangrijk kenmerk van ArtsSciences-praktijken is dat zij meestal gesitueerd zijn. Kunstenaars en wetenschappers hebben nog wel eens de neiging om zich terug te trekken in hun laboratorium of atelier, maar ArtsScientists kenmerken zich door hun inbedding in de probleemcontext. Zij vergroten hun sociale en lokale sensitiviteit door zich te verdiepen in de omgeving van de uitdaging en de mensen die zich daarin bevinden (Van Dartel, 2016; Simonsen, Svabo, Strandvad, Samson, Hertzum, & Hansen, 2014). De vraag voor het onderwijs is welke denk- en werkstrategieën deze praktijken gebruiken om in en met die omgeving en mensen te werken en hoe lerenden op basis daarvan sensitief gemaakt kunnen worden voor de kracht van hun eigen creativiteit met betrekking tot de uitdagingen in hun omgeving (Clapp, Ross, O'Ryan, & Tishman, 2017).

Een derde kenmerk is dat ArtsSciences-praktijken vaak niet draaien om het oplossen van een probleem, maar om het problematiseren van een maatschappelijk vraagstuk of technologische ontwikkeling. Het concept van 'critical making' (Ratto, 2011), verwijst naar praktijken "[that] use material forms of engagement with technologies to supplement and extend critical reflection and, in doing so, to reconnect our lived experiences with technologies to social and conceptual critique" (p. 253).

Dit kritisch handelen draagt bij aan de bewustwording van de positieve of negatieve consequenties van producten en technologie op onder meer onze waarden, gewoontes en opvattingen. Omdat ArtsSciences-praktijken vaak leiden tot visualisaties en prototypes die een nieuw zicht bieden op de nabije toekomst, kennen zij een overlap met wat ook wel 'speculative design' wordt genoemd (Auger, 2013, p. 1). Speculative design kan tot innovatieve ideeën leiden omdat niet commerciële of praktische vragen centraal staan bij het ontwikkelen van nieuwe producten, maar het kritisch denken over de (toekomstige) samenleving uitgangspunt is.
Onderzoek naar de strategieën van 'situated design', 'situated design', 'critical making' en 'speculative design' kan handvatten bieden om ArtsSciences-onderwijs te ontwikkelen.

ONDERZOEKSVRAGEN

- Hoe verlopen creatieve- en onderzoeksprocessen in professionele ArtsSciences-praktijken en hoe kunnen deze vertaald worden naar onderwijs?

- Welke denk- en werkstrategieën gebruiken deze praktijken om de sensitiviteit voor de probleemcontext te vergroten en hoe kunnen lerenden op basis daarvan sensitief worden gemaakt voor problemen in hun omgeving en de mensen die met die problemen te maken hebben?

- Hoe kunnen de strategieën van '*situated design*', '*speculative design*' en '*critical making*' handvatten bieden om ArtsSciences-onderwijs te ontwikkelen?

Het ontwerpen en uitvoeren van ArtsSciences-onderwijs

Over de wijze waarop ArtsSciences-onderwijs ontworpen en geïmplementeerd kan worden, bestaan nog veel vragen. Zo is er de vraag wanneer en hoe de integratie van kunst, wetenschap en technologie in het curriculum opgenomen kan worden. Wat betreft het wanneer, is het de vraag of lerenden eerst moeten beschikken over disciplinaire kennis voordat zij interdisciplinair aan de slag kunnen gaan (Wilschut & Pijls, 2018). Wat betreft het hoe is het nog de vraag hoe een doorlopende leerlijn ArtsSciences vormgegeven kan worden. Moeten problemen per leerjaar complexer worden of moet bijvoorbeeld de mate van interdisciplinariteit toenemen (McPhail, 2018)? Onderzoek is nodig om dit type curriculumvragen te kunnen beantwoorden.

Ook wijst onderzoek uit dat het ontwerpen van - en lesgeven in - vakoverstijgend onderwijs zoals ArtsSciences, niet iets is dat docenten zomaar kunnen of willen (Wilschut & Pijls, 2018). ArtsSciences-onderwijs kan bijvoorbeeld een specifieke didactische benadering vragen, zoals ontwerpend leren. Bij ontwerpend leren draait het om het oplossen van een levensecht probleem met als uitkomst een ontwerp, prototype of product (Kraaij, 2015). Zijn (toekomstige) docenten niet vertrouwd met een dergelijke didactische benadering dan kunnen zij zich onthand voelen bij de uitvoering ervan en daardoor minder gemotiveerd ervoor zijn (Van Casteren, Van den Broek, Hölsgens, & Warps, 2014; Lam & Chan, 2011).

Daarnaast is het zo dat wanneer (aankomende) docenten sterk binnen één discipline zijn opgeleid, dan laten zij vaak meer weerstand zien bij de invoering van vakoverstijgend onderwijs (Lam, Alviar-Martin, Adler, & Sim, 2013). Zij kunnen het gevoel hebben dat zij les moeten geven in een discipline waar zij gevoelsmatig weinig kennis van hebben, en geven dan liever geen vakoverstijgend onderwijs (Lam et al., 2013). Een vraag bij het opleiden van docenten is dan bijvoorbeeld of zij al tijdens hun studie actief gewezen moeten worden op gedeelde aspecten van disciplines zoals taal, concepten en werkwijzen waardoor de drempel om geïntegreerd onderwijs zoals ArtsSciences te geven verlaagd kan worden (McGonagill, 1995).

Ook is het bij ArtsSciences-onderwijs belangrijk dat (aankomende) docenten ervaring opdoen met samenwerking, zowel met collega's uit het eigen vak als met collega's van andere vakken (Wilschut & Pijls, 2018; Groenendijk & Heijnen, 2018) waardoor ze de taal, concepten en aanpakken van een andere discipline leren begrijpen (Akkermans & Bakker, 2011).

Docenten die samenwerken vanuit verschillende disciplines kunnen dit inspirerend vinden – maar ook moeilijk (Groenendijk & Heijnen, 2018). Onderzoek zou inzichtelijk kunnen maken hoe het gezamenlijk ontwerpen en uitvoeren van onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en techniek verloopt, waar de mogelijkheden en moeilijkheden liggen en hoe het samenwerken ondersteund zou kunnen worden. Hoewel het geven van geïntegreerd onderwijs dus niet makkelijk is, blijken de effecten van een onderzoek aan de lerarenopleiding basisonderwijs positief: aanstaande groepsleerkrachten die

daar kennismaken met geïntegreerd onderwijs, passen dat vaker toe in hun onderwijspraktijk (Basista & Mathews, 2002; Kim & Bolger, 2017; Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw & Cappiello, 2016). Een vraag blijft wel hoe (aankomende) docenten het beste vertrouwd gemaakt en opgeleid kunnen worden voor ArtsSciences passende didactieken zodat zij voldoende zelfvertrouwen (self-efficacy) hebben om het in hun eigen onderwijs toe te passen.
Een andere vraag is nog of de ontwerpgerichte didactieken voor ArtsSciences worden afgeleid van de wetenschaps- en technologie-praktijken of juist de kunsten. Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen deze didactieken die vanuit verschillende invalshoeken zijn ontwikkeld?

Tot slot, het onderwijs werkt steeds vaker samen met professionele organisaties en professionals, maar deze zijn zelden vanaf het begin betrokken bij het ontwerpen van interdisciplinair onderwijs; hoewel de wens om dat te doen bij organisaties wel bestaat (Ministerie van Onderwijs, Cultuur & Wetenschap, 2015). In Nederland bestaan verschillende labs die op het snijvlak van kunst, wetenschap en techniek opereren, zoals Waag, Mediamatic, MU, Next Nature en V_2. In deze labs is veel procedurele en declaratieve kennis aanwezig over ArtsSciences-praktijken. Het is nog ongebruikelijk dat dit soort labs vanaf het begin betrokken worden bij het ontwerpproces van onderwijs en/of systematisch betrokken worden bij het uitvoeren en beoordelen van ArtsSciences-onderwijs. Een vraag is hoe professionals afkomstig uit die labs betrokken kunnen worden bij zowel het ontwerpen als uitvoeren van ArtsSciences-onderwijs.

ONDERZOEKSVRAGEN

- Hoe kunnen (aankomende) docenten het beste vertrouwd gemaakt worden met voor ArtsSciences passende didactieken, werkwijzes en concepten?

- Welke overeenkomsten en verschillen zijn er in de didactieken vanuit Arts, vanuit Sciences en vanuit technologie?

- Hoe kunnen professionals afkomstig uit ArtsSciences labs betrokken worden bij zowel het ontwerpen als uitvoeren van ArtsSciences-onderwijs?

- Hoe verloopt het gezamenlijke ontwerpproces en het gezamenlijk uitvoeren van onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en techniek? Waar liggen mogelijkheden en moeilijkheden en hoe kan het samenwerken ondersteund worden?

CARBON BLACK – ANAÏS TONDEUR

Ondanks de afwezigheid van industrie hebben de inwoners van Fair Isle, een eiland in het noorden van Schotland, last van ademhalingsproblemen. Doktoren op het eiland ondervonden dat dit te maken heeft met de aanwezigheid van koolstof in de lucht. Fotograaf Anaïs Tondeur is in 2016 naar Fair Isle gereisd om uit te zoeken waar deze koolstof vandaan komt.

Gewapend met een helm met daarop een kleine camera en een ademhalingsmasker is ze vanuit Fair Isle, in het noorden van Schotland, naar Folkestone, het zuidoosten van Engeland, gelopen. Elke dag heeft ze een foto gemaakt van de horizon. Daarnaast heeft ze de koolstofdeeltjes verzameld die op de verschillende plekken in haar ademhalingsmasker terecht kwamen. Deze koolstofdeeltjes zijn vervolgens omgezet in inkt waarmee de gemaakte foto's geprint zijn. Hoe donkerder de inkt van de foto, hoe meer koolstof er op die plek in de lucht aanwezig was. De 'Carbon Black' serie is aldus een reeks foto's geworden waarop te zien is hoeveel koolstof op de verschillende plekken op de route in de lucht zit.

http://www.anais-tondeur.com/main/black-carbon/

3. DE EMPIRISCHE EVALUATIE VAN DE EFFECTEN VAN ARTSSCIENCES ONDERWIJS

Vanuit de onderwijskunde is er tegenwoordig interesse voor de waarde van het leren op de grensgebieden van verschillende disciplines en voor het leren dat plaats kan vinden als grenzen van disciplines overschreden worden, wat in het Engels aangeduid wordt met boundary crossing (Akkerman & Bakker, 2011, 2012). De term boundary crossing werd door Engeström, Engeström en Kärkkäinen in 1995 geïntroduceerd om te beschrijven hoe professionals uit verschillende domeinen, zoals kunst, wetenschap en technologie, er toch in slagen om samen te werken (Tsui & Law, 2007). Relatief nieuw is echter het nadenken over leren door 'boundary crossing', omdat in disciplines meestal over leren gesproken wordt als een proces dat binnen een bepaalde grens (een bepaald domein, een bepaalde opleiding, een bepaald beroep) plaatsvindt (Akkerman & Bakker, 2011, 2012).

Akkerman en Bakker (2011; 2012) hebben door middel van een literatuurstudie in kaart gebracht wat de mogelijke leeropbrengsten zijn van boundary crossing. Zij identificeren vier leermechanismen: identificatie (wetende wat de uiteenlopende praktijken ten opzichte van elkaar zijn); coördinatie (ontwikkeling van de coöperatieve uitwisseling tussen praktijken); reflectie (uitbreiding van iemands perspectieven op praktijken); en transformatie (mede- ontwikkeling van innovatieve praktijken). Over hoe deze leermechanismen er precies uitzien in ArtsSciences-onderwijs is nog weinig bekend. Wat zijn de mogelijke leeropbrengsten van boundary crossing tussen de disciplines kunst, wetenschap en techniek?

Tot op heden zijn er nog weinig studies die specifiek de effecten van vakoverstijgend onderwijs, zoals ArtsSciences, in kaart brengen, terwijl daar wel degelijk vragen en aannames over zijn (Wilschut & Pijls, 2018). Een aanname is bijvoorbeeld dat ArtsSciences-onderwijs een bijdrage kan leveren aan de ontwikkeling van vakoverstijgende vaardigheden zoals probleemoplossend vermogen, samenwerken, creativiteit en kritisch denken. Tot nu toe laat onderzoek zien dat de transfer naar andere vakken of modules moeilijk is wanneer lerenden dergelijke vaardigheden leren in geïsoleerde vakken of modules (Wilschut & Pijls, 2018; Van Merriënboer, 2013). In ArtsSciences-onderwijs worden complexe problemen aangeboden die vragen om het flexibel inzetten van verschillende vaardigheden, denkwijzen en vakinhouden. Lerenden worden dus, zo verwacht men, door de aard van ArtsSciences-onderwijs uitgedaagd om probleemoplossen, samenwerken en creativiteit vakoverstijgend toe te passen (Marshall, 2014). Of daarmee echt de transfer bewerkstelligd wordt naar vakken of modules buiten ArtsSciences-onderwijs, is vooralsnog onduidelijk en vraagt om nader onderzoek.

Daartegenover staat dan weer de vraag in hoeverre lerenden door ArtsSciences-onderwijs ook vakspecifieke doelen kunnen behalen (Wilschut & Pijls, 2018)? In hoeverre leidt dit onderwijs tot een diepe integratie van vakkennis? Maar ook: wat is de balans tussen deze opbrengsten (Hotze & Keijzer, 2017)? Genereren ArtsScience lessen vooral leeropbrengsten in één van de drie domeinen, of ontstaan er zelfs waardevolle leeropbrengsten die voor ons nog onbekend zijn?

Ook zijn er weinig voorbeelden van en onderzoek naar lange leerlijnen voor ArtsSciences-onderwijs. Het is daarom nog onduidelijk hoe leerlingen vakoverstijgende vaardigheden en geïntegreerde kennis ontwikkelen. Daarmee samenhangend dringt zich ook de vraag op hoe die vaardigheden en geïntegreerde kennis getoetst kunnen worden. Welke toetscriteria zijn relevant? Welk soort toetsen is geschikt? Wie zijn de beoordelaars? Onderzoek is nodig om deze vragen te beantwoorden.

Een vraag waar ook nog weinig onderzoek naar wordt gedaan, betreft het imago van kunst en wetenschap in het funderend onderwijs. We denken dat ArtsSciences de perceptie van leerlingen over 'wat kunst en wetenschap kan zijn' en 'wat kunstenaars en wetenschappers doen', kan verbreden (Heijnen & Bremmer, 2019). Bijvoorbeeld, in veel gevallen leggen de kunstvakken in het funderende onderwijs de nadruk op persoonlijke expressie en ambachtelijke werkwijzen (Efland, 1976; Haanstra, 2001). Deze benadering van kunsteducatie kan weliswaar aantrekkelijk zijn voor leerlingen die plezier beleven aan het maken van expressief, intuïtief en esthetisch werk, maar is dat veel minder voor leerlingen met een meer conceptuele, ontwerp- of techniekgerichte benadering van kunst.

Tot slot, een onderlicht onderwerp in onderzoek is hoe ArtsSciences-onderwijs een bijdrage kan leveren aan het inclusief maken van zowel kunst- als bêta-onderwijs. Bijvoorbeeld, kan de toevoeging van ArtsSciences- lessen aan het curriculum het perspectief op kunst veelzijdiger maken voor een bredere groep leerlingen, met name voor het deel dat nu sterk ondervertegenwoordigd is: jongens (Bandriga, 2018; Scholes & Nagel, 2012; Wikberg, 2013)? Kunst wordt steeds minder gekozen als examenvak en het zijn dan vooral meisjes die het kiezen: vmbo (gem. 67%), havo (gem. 77%) en vwo (gem. 79%) (Hagenaars, 2018). Andersom zouden ArtsSciences-praktijken meisjes ook een bredere kijk op de exacte wetenschappen kunnen bieden (Kijima & Liu Sun, 2021), waar vrouwen nog steeds ondervertegenwoordigd zijn (VHTO, 2019).

Maar vragen zijn ook: krijgen leerlingen met bijvoorbeeld autisme beter toegang tot het kunstonderwijs als zij een systematische en technisch georiënteerde manier van denken en werken kunnen toepassen - waar ruimte voor is in het ArtsSciences-onderwijs (Martin, Yu, Wei, Vidiksis, Patten, & Riccio, 2020)? Hoe ziet een ArtsSciences-leeromgeving uit voor deze doelgroep? Vragen die om nader onderzoek vragen.

ONDERZOEKSVRAGEN

- Wat zijn de mogelijke leeropbrengsten van boundary crossing tussen de disciplines kunst, wetenschap en techniek?
- Hoe draagt ArtsSciences-onderwijs bij aan het in samenhang behalen van vakspecifieke leerdoelen?
- Hoe draagt ArtsSciences-onderwijs bij aan het behalen van breed inzetbare vakoverstijgende leerdoelen?
  - Hoe ziet een lange leerlijn voor ArtsSciences in het funderend onderwijs eruit?
  - Hoe kan ArtsSciences-onderwijs toegankelijk gemaakt worden voor verschillende doelgroepen zoals leerlingen met een beperking?
- In hoeverre beïnvloedt ArtsSciences-onderwijs het beeld dat lerenden hebben van kunst- en bèta disciplines en hun eigen mogelijke beroepsperspectief (in relatie tot gender)?
- Welke overeenkomsten en verschillen zijn er in de didactieken vanu it Arts, vanuit Sciences en vanuit Technologie?
- Hoe kunnen docenten en professionals afkomstig uit ArtsSciences labs betrokken worden bij zowel het ontwerpen als uitvoeren van ArtsSciences-onderwijs?
- Hoe verloopt het gezamenlijke ontwerpproces en het gezamenlijk uitvoeren van onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en techniek? Waar liggen mogelijkheden en moeilijkheden en hoe kan het samenwerken ondersteund worden?

RESULTATEN EN ACTIVITEITEN 2020 - 2022

In de afgelopen twee jaar heeft het lectorenplatform verschillende bijeenkomsten en activiteiten georganiseerd, zowel met de lectoren onderling als voor een groter publiek.

Conferenties, symposia en bijeenkomsten

Bijeenkomsten
In samenwerking met RASL en The Other Research Group organiseerde het lectorenplatform in juni 2021 een PhD workshop omtrent onderzoek over transdisciplinariteit in Arts and Sciences. Het doel van de workshop was om inzicht te krijgen in de inhoud en de methodieken van dit soort onderzoeken en om te discussiëren welke problemen (of mogelijkheden) onderzoekers tegenkomen bij transdisciplinariteit en/of bij transdisciplinair onderzoek. Er hebben 16 studenten deelgenomen van verschillende universiteiten en hogescholen.

Conferenties en symposium
Het lectorenplatform was als partner betrokken bij de door het LKCA georganiseerde bijeenkomst Kunst ♥ Technologie; een bijeenkomst over de huidige stand van zaken in de verbinding tussen kunst en technologie. Sprekers waren o.a. Wilja Jurg (Tetem). Meldrid Ibrahim (ArtechLAB), Harm Hofmans (MU) en lectoren Michel van Dartel (V2_Lab voor Instabiele Media, Avans) en Danielle Arets (Design Academy Eindhoven), beiden betrokken bij het lectorenplatform.
Zie: https://www.ahk.nl/lectoraten/educatie/trainingen-en-conferenties/technologie-kunst/

In april 2021 vond online het BioArts & Education symposium plaats met lezingen van Gavin en Alice Munro (Full Grown), Hendrik-Jan Grievink (Next Nature Network), Michiel Koelink (ArtechLAB), en Melissa Bremmer en Emiel Heijnen (Lectoraat Kunsteducatie AHK). In vier activerende workshops werden Wicked BioArts Assignments ontwikkeld voor het HBO, (V)MBO, VO en PO. De organisatie van het symposium was in handen van ArtechLAB, Studio 21CS, Lectorenplatform OKWT en Centre of Expertise Arts & Education.
Zie: https://www.ahk.nl/media/ahk/user_upload/BioArt-Education-Beeldverslag.pdf

In november 2021 organiseerde het lectorenplatform de hybride slotconferentie over crossovers in onderwijs, kunst, wetenschap en technologie. Verschillende sprekers gaven een presentatie over ArtsSciences praktijken in verschillende educatieve contexten, waaronder Andrea Bandelli (directeur Science Gallery International), Robin van den Akker (directeur Erasmus Center for Liberal Arts and Sciences) en Anouk Wipprecht (Fashion Tech Designer). In de middag vonden er verschillende workshops plaats op locaties in Amsterdam (Waag ism Stichting Technasium Scholen, Lectoraat Kunsteducatie, Xiomara Vada Soto en Jenny van den Broeke) en Zwolle (Cibap,

Saxxion). Daarnaast presenteerde het lectorenplatform haar onderzoeksagenda en de vernieuwde website met nieuwe ArtsSciences lessen voor PO en VO én actuele bronnen uit de hedendaagse praktijk. De conferentie werd georganiseerd met medewerking van LKCA. Zie: https://www.ahk.nl/lectoraten/educatie/lectorenplatform-okwt/arts-loves-sciences-18-november-2021/

Onderzoek
Vanuit het platform wordt een RAAK-aanvraag over STEAM-onderwijs voorbereid (call RAAK publiek, november, 2021).

Daarnaast leidde eerder gezamenlijk onderzoek tot de volgende publicaties:
- Bremmer, M., Heijnen, E., Hotze, A., Roos, N. & Pijls, M. (2019). Designathon: Een interdisciplinaire pressure cooker. Kunstzone, 18(4), pp. 14-15.
- Bremmer, Heijnen, Hotze, Pijls, Beamer, Roos (in review). ArtsSciences Design-a-thon: solving complex problems in interdisciplinary teams. European Journal for STEM-education.
- Platform & partners: Heijnen, E., Bremmer, M., Koelink M., Groenendijk, T. (2020). Arts laboratories and science studios: ArtsSciences collaboration in schools. In A. Knochel, C. Liao & R. Patton (Eds.), Critical Digital Making (171-186). New York, NY: Peter Lang Publishing.

Van deze onderzoeken werden de volgende presentaties gegeven:
- NAEA (2021; online) presentatie Emiel Heijnen en Melissa Bremmer 'Arts Laboratories and Science Studio's'
- NAEA (2021; online) presentatie Melissa Bremmer en Emiel Heijnen 'Robot Love: an interdisciplinary designathon'
- LKCA-conferentie (januari 2020): presentatie Emiel Heijnen en Melissa Bremmer 'Designathon: een interdisciplinaire pressure cooker'

Uitgave special issue European Journal for STEM-education:
Het European Journal of STEM Education is een open access, academisch, peer reviewed internationaal journal dat onderzoek publiceert over STEM educatie.
Zie: https://www.lectitopublishing.nl/european-journal-of-stem-education
In het kader van het lectorenplatform komt er begin 2022 een special issue uit over STEM & ARTS EDUCATION.

Website
De bestaande website van het lectorenplatform is vernieuwd en uitgebreid met een link naar de bronnenbank, gloednieuwe ArtsSciences videolessen, onderzoek, publicaties en nieuws.
Zie: https://www.artslovesciences.com/

Bronnenbank
Het lectorenplatform heeft de bronnenbank met beschrijvingen van interdisciplinaire ontwerppraktijken verder aangevuld met 55 nieuwe bronnen, ter inspiratie voor vakoverstijgend funderend en beroepsonderwijs. Voorbeelden van bron beschrijvingen uit deze database zijn te zien in deze publicatie. De bronnenbank wordt actief ingezet bij nascholingen en ontwerpsessies en wordt zowel nationaal als internationaal gepresenteerd.

ArtsSciences Videolessen
In samenwerking met ArtechLAB zijn er 6 ArtsSciences videolessen vormgeven, gebaseerd op het werk van kunstenaars/ontwerpers Jolan van der Wiel, Driessens & Verstappen, Merijn Bolink, Anouk Wipprecht, Jennifer Kanary en Zoro Feigl. Elke les bestaat uit een videoportret van één van bovenstaande makers en bevat achtergronden, inspirerende voorbeelden en een onderzoeksopdracht.

Nieuwsbrieven
Het lectorenplatform heeft in de afgelopen twee jaar een 3-maandelijkse nieuwsbrief uitgebracht voor 250 contactpersonen met nieuws over events van het platform, literatuur, tentoonstellingen en onderzoek over Arts/Sciences.

Blauwdruk minor
In samenwerking met Loes Bogers en Sam van Eeden (HvA) is er een blauwdruk opgesteld voor een minor ArtsSciences. Binnen deze minor komen de volgende onderdelen aan bod: digitaal vakmanschap, materiaalonderzoek, storytelling en educatie. De minor is gericht op studenten kunst en educatie.

Internationalisering
Werkbezoek Science Gallery Dublin (vanwege corona uitgesteld tot voorjaar 2022)

Toekomst
Op 2 november 2021 vond de oprichtingsbijeenkomst van het Centre of Expertise Arts & Education plaats. Meerdere lectoren van het lectorenplatform Onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie zijn hierbij aangesloten. Het lectorenplatform krijgt hiermee een vervolg binnen het Centre of Expertise Arts & Education.

LITERATUUR

Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of Educational Research*, 81(2), p. 132-169.

Akkerman, S.F., & Bakker, A. (2012). Het leerpotentieel van grenzen: "Boundary crossing" binnen en tussen organisaties. *Opleiding en Ontwikkeling*, 25(1), 15-19.

Auger, J. (2013). Speculative design: Crafting the speculation. *Digital Creativity*, 24(1), 11-35. Bandringa-Hendriks, A. (2018). Het Higgs-deeltje van het kunstonderwijs. Kunstzone, (5), 14-15.

Clapp, E., Ross, J., O'Ryan, J., & Tishman, S. (2017). *Maker-centred learning: Empowering young people to shape their worlds*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Curriculum.nu (2019). Over Curriculum.nu. Van: https://curriculum.nu/waarom/

Basista, B. & Mathews, S. (2002). Integrated mathematics and science professional development programs. *School Science and Mathematics*, 102(7), 359-370.

Van Dartel, M.F. (2016). *Aesthetics in the wild: Art and design practices and pedagogies after the situated turn*. Breda: Avans Hogeschool.

Efland, A. (1976). *The school art style: A functional analysis*. Studies in Art Education, 17(2), 37-44.

Gielen, P. (2017). Artistic constitutions of the civil domain: On art, education and democracy. *International Journal of Art & Design Education,* 36(2), 134-140.

Groenendijk, T. & Heijnen, E. (2018) Transdisciplinaire Ontwerplabs. *Een ontwerponderzoek naar lesmateriaal op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie*. Lectoraat Kunsteducatie, Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten.

Grushka, K., Lawry, M., Clement, N., Hope, A. & Devine, A. (2016). Visual art education: At the crossroads of art, science and spatial learning. In A. Berggraf Sæbø (Ed.), *International yearbook for research in arts education*, volume 4.(pp 113 – 122). Münster en New York: Waxmann.

Haanstra, F. (2001). *De Hollandse Schoolkunst. Mogelijkheden en beperkingen van authentieke kunsteducatie*. Utrecht: Cultuurnetwerk Nederland.

Hagenaars, P. (2018). Zorgelijke ontwikkelingen. Kunstvakken in de Tweede Fase. *Kunstzone*, (3), 8-11.

Heijnen, E. & Bremmer, M. (2019). ArtsSciences als aanjager van curriculumvernieuwing. *Cultuur + Educatie*, 19(51), 8-18.

Hogenes, M., Diepenbroek, A., Bremmer, M., & Hogerheide, M. (2021). Designing new, technology basedmusical instruments in primary education. *Journal of the European Teacher Education Network*, 1-18.

Hotze, A.C.G. (2018). Wetenschap en technologie in het basisonderwijs. Lectorale rede. Hogeschool iPabo, Amsterdam Hotze, A., & Keijzer, R. (2017). Samenhang tussen rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie. *Volgens Bartjens-ontwikkeling en onderzoek*, 36(5), 41-51.

Kijima, R., & Liu Sun, K. (2021). 'Females don't need to be reluctant': employing design thinking to harness creative confidence and interest in STEAM. *The International Jornal of Art & Design Education,* 40(1), 66-81.

Kim, D. & Bolger, M. (2017). Analysis of Korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587-605.

Kraaij, D.A. (2015). *Onderzoekend en ontwerpend leren*. Wageningen: Wetenschapsknooppunt Wageningen University.

Lam, C. C., & Chan, K. S. J. (2011). *How schools cope with a new integrated subject for senior secondary students: An example from Hong Kong. Curriculum Perspectives* 31(3), 23-32.

Lam, C.C., Alviar-Martin, T., Adler, S.A., & Sim, J.B.Y. (2013). Curriculum integration in Singapore: Teachers' perspectives and practice. *Teaching and Teacher Education*, 31, 23-34.

Marshall, J. (2014). Transdisciplinarity and art integration: Toward a new understanding of art-based learning across the curriculum. *Studies in Art Education*, 55(2), 104-127.

Martin, W.B., Yu, J., Wei, X., Vidiksis, R., Patten, K. K., & Riccio A. (2020). Promoting science, technology, and engineering self-efficacy and knowledge for all with

an autism inclusion maker program. Frontiers in Education, 5, 75.
MBO Raad (2015). Het mbo in 2025: *Manifest voor de toekomst van het middelbaar beroepsonderwijs. Agenda van de mbo- scholen, verenigd in de MBO Raad. Woerden: MBO Raad.*
McPhail, G. (2018). Curriculum integration in the senior secondary school: A case study in a national assessment context. *Journal of Curriculum Studies*, 50(1), 56-76.
Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Perspectives on problem solving and instruction. *Computers and Education*, 64, 153-160.
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2015). *De waarde(n) van weten. Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek 2015-2025.* Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
Onderwijsraad (2014). *Een eigentijds curriculum*. Den Haag: Onderwijsraad.
Ratto, M. (2011) Critical Making: Conceptual and Material Studies in Technology and Social Life. *The Information Society*, 27(4), p. 252–260.
Ratto, M., & Hertz, G. (2019). Critical making and interdisciplinary learning: Making as a bridge between art, science, engineering, and social interventions. In L. Bogers & L. Chiappini (Eds.), *The Critical Makers Reader: (Un) learning Technology* (pp. 17–28). Institute of Network Cultures.
Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309.
Simonsen, J., Svabo, C., Strandvad, S. M., Samson, K., Hertzum, M., & Hansen, O. E. (2014). *Situated Methods in Design*. https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/9936_001.pdf
Stichting Leerplan Ontwikkeling (2018). Kunst & cultuur. *Meewerken aan het onderwijs van morgen*. Enschede: Stichting Leerplan Ontwikkeling.
Scholes, L. & Nagel, M. C. (2012). Engaging the creative arts to meet the needs of twenty-first-century boys. *International Journal of Inclusive Education*, 16(10), 969-984.
Tsui, A.B.M., & Law, D.Y.K. (2007). Learning as boundary-crossing in school-university partnership. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 23(8), 1289-1301.
Van Casteren, W., Broek, A. van, Hölsgens, R., & Warps, J. (2014). Wetenschap en Technologie op de pabo's. *Een inventarisatie van de stand van zaken 2013*. Nijmegen: ResearchNed.
Vereniging Hogescholen (2016a). *Kunstonderwijs Next Agenda* 2016 – 2020. Den Haag: Vereniging Hogescholen.
Vereniging Hogescholen (2016b). *Toekomstbestendig hbo bètatechniekonderwijs*. HTNO Roadmap 2025. Den Haag: Vereniging Hogescholen.
VHTO - Landelijk expertisebureau meisjes/vrouwen en bèta/techniek. (2019). Profielkeuze meisjes en jongens in havo en vwo. Van: https://www.vhto.nl/cijfers-onderzoek/cijfers/cijfers-havovwo/
Wikberg (2013) *Art education – mostly for girls?, Education Inquiry*, 4(3),577-593
Wilschut, A., & Pijls, M. (2018). *Effecten van vakkenintegratie. Een literatuurstudie*. Amsterdam: Kenniscentrum Onderwijs en Opvoeding, Hogeschool van Amsterdam.

COLOFON

Onderzoeksagenda Onderwijs op het snijvlak van kunst, wetenschap en technologie

November 2021

EINDREDACTIE
Nathalie Roos, Melissa Bremmer, Emiel Heijnen, Michel van Dartel

VORMGEVING
Let Death Dance Again, http://letdeathdanceagain.net/

MET DANK AAN
Brian Foo, Govert Flink, Bichopalo, Anaïs Tondeur voor het ter beschikking stellen van beelden van hun werk.

Hogeschool iPabo centrum voor primair onderwijs

Fontys

codarts hogeschool voor de kunsten

avans hogeschool

Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten

hogeschool Windesheim Dichter bij jou

Het lectorenplatform is gefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Regieorgaan SIA