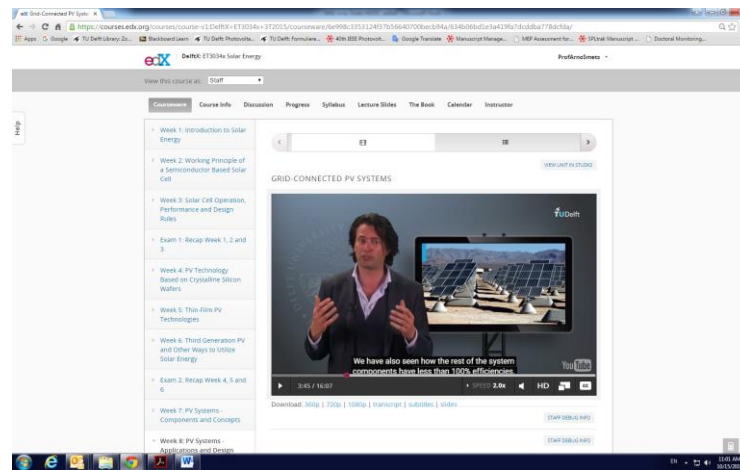


Zal online onderwijs het hoger onderwijs verbeteren?

Prof. Dr. Ir. Arno H.M. Smets, TU Delft, 8 oktober 2017.

De nieuwe vormen van online onderwijs die de laatste jaren zijn geïntroduceerd hebben voor de nodige reuring in de diverse media en politieke debat gezorgd. Het ene kamp roept ‘*online onderwijs is een revolutie die het klassieke onderwijssysteem bedreigt*’ en een andere groep beweert ‘*de Massive Open Online Courses (MOOCs) zijn een mislukte hype!*’ Een dergelijke zwart-wit discussie gaat voorbij aan de daadwerkelijke praktische mogelijkheden van online onderwijs. In mijn visie is online onderwijs noch de heilige graal, noch een bedreiging voor ons onderwijs. Online onderwijs is een fantastisch nieuw complementair middel, dat als het verstandig en doelgericht wordt gebruikt het onderwijs ondersteunt, verbetert en nieuwe mogelijkheden schept, net zoals online technologieën dit in vele andere sectoren al lang gedaan hebben. In deze bijdrage wil ik het praktisch belang van online onderwijs uitleggen aan de hand van mijn ervaringen met de DelftX MOOC ‘*Solar Energy*’ en de MicroMasters ‘*Solar Energy Engineering*’. Verder heb ik in dit essay mijn persoonlijke visie verwerkt over de nieuwe mogelijkheden die online onderwijs zal gaan bieden en de impact die deze onstoppable ontwikkelingen op het hoger onderwijs zal hebben.

De DelftX ‘Solar Energy’ MOOC & ‘Solar Energy Engineering’ MicroMasters



Figuur 1: een screen-shot van de DelftX ‘Solar Energy’ MOOC op het edX platform¹. In de linker kolom staat het overzicht van de cursus: onderwerpen, examens en colleges. De horizontale menu balk laat de verschillende onderdelen van de cursus zien zoals lesmateriaal, discussie forum, voortgang prestaties van de student, college slides en het tekstboek.

Sinds 2013 biedt de Technische Universiteit Delft (TU Delft) via het edX-platform (opgericht door MIT en Harvard) mijn Massive Open Online Course (MOOC) ‘Solar Energy’ aan¹. Tot op heden hebben zich wereldwijd meer dan 225.000 studenten aangemeld verdeeld over de vier edities van deze Engelstalige cursus. In April 2017 ben

ik samen met mijn collega's de MicroMasters '*Solar Energy Engineering*' gestart², een programma dat bestaat uit 5 MOOCs op MSc niveau waar officiële credits voor gehaald kunnen worden. Sinds 2013 heeft TU Delft in totaal meer dan 50 MOOCs op het edX-platform waarvoor zich in totaal al meer dan 1.5 miljoen studenten hebben ingeschreven³. Ter vergelijking hebben in dezelfde periode meer dan 12 miljoen studenten zich op het edX geregistreerd.

Een MOOC is een onderwijs methode waarbij alle interacties tussen student, het lesmateriaal en docenten via het internet plaatsvinden. In mijn Delftse MOOC worden elke week colleges aangeboden in de vorm van 8 tot 9 korte filmpjes met een duur van 6 tot 10 minuten, corresponderend met de gemiddelde concentratieboog van een student. Colleges worden in een kleine studio opgenomen en kunnen visueel ondersteund worden met animaties om complexe theoretische concepten te verduidelijken. Ook zijn filmpjes op locatie opgenomen om de praktische relevantie van het lesmateriaal levendig te kunnen demonstreren. Na elke college-videoclip krijgen de studenten oefenopdrachten om te testen of ze de voorafgaande behandelde stof begrepen hebben. Hiervoor worden meerkeuze en open vragen gebruikt die door het platform automatisch gecontroleerd worden. Een beperking van deze technologie is dat alleen antwoorden -en niet de logische stappen die de student heeft gemaakt om tot het antwoord te komen- kunnen worden gecontroleerd. Aan het einde van elke week kan de student een examen maken. Als over de hele cursus een score van 58% of hoger is gehaald, wordt de student met een certificaat beloond. Verder is er op het MOOC platform veel plaats voor discussies en uitwisseling van ervaringen tussen studenten onderling en tussen de studenten en de docent met zijn team.

Ik wil bij de lezer van dit essay benadrukken dat online onderwijs niet DE heilige graal is: het zal het klassikaal onderwijs nooit kunnen vervangen. Maar online onderwijs zal wel een grote impact hebben op het verbeteren van de kwaliteit, prestaties en waardering van het lokale en globale hoger onderwijs. Dit zal ik aan de hand van verschillende voorbeelden bespreken.

Hello, Delft to planet earth!

Het meest voor de hand liggende voordeel van een MOOC is dat de reikwijdte van de docent toeneemt: 225.000 online studenten in vier jaar voor een college dat gemiddeld door ongeveer 50 studenten op de TU Delft campus gevolgd wordt. De studenten komen uit de hele wereld maar landen als Verenigde Staten, India, Pakistan, Brazilië, Egypte, Groot-Brittannië, Mexico en Spanje grossieren in deelnemers. Het potentieel publiek is verder uitgebreid door de MOOC in andere talen aan te bieden. In de zomer van 2015 is een Arabische versie van de MOOC op het Jordaanse Edraak platform (gefinancierd door de Queen Rania Foundation). In de twee Arabische edities hebben 38.000 studenten deelgenomen. In August 2017 is een Chinese versie op het XuetangX platform⁴ gestart.

Wie is de MOOC student?

Een belangrijk voordeel van een MOOC is idealistisch van aard: er wordt een opmerkelijk aantal studenten bereikt, dat vanwege infrastructurele, culturele of financiële restricties geen toegang heeft tot hoger onderwijs van goede kwaliteit. Een aantal

studenten van de ‘*Solar Energy*’ MOOC liet weten dat ze voor de start van de cursus maar enkele uren elektriciteit per dag hadden. Door de kennis die ze in de MOOC hebben opgedaan, zijn ze in staat geweest hun eigen fotovoltaïsch systeem te bouwen waardoor ze nu 24 uur elektriciteit per dag hebben. Dit demonstreert de elementaire kracht van onderwijs: het doorgeven van kennis stelt mensen in staat hun levensstandaard te verbeteren.

“...*kennis is het enige ding dat groeit als je het deelt...*”⁵

Mijn persoonlijke mening is dat organisaties als UNESCO dit middel meer zouden moeten omarmen. Het is een goedkope manier om ambitieuze mensen rond de wereld te kunnen inspireren en activeren.

In de eerste twee edities van de ‘*Solar Energy*’ MOOC op edX hebben 4.200 van de 88.000 ingeschreven studenten (4,7%) een certificaat behaald. MOOCs krijgen vaak kritiek op dit –op het eerste oog- lage slagingspercentage. Deze kritiek zou terecht zijn als de MOOCs tot doel hebben om *on-campus* colleges te vervangen, maar dit is simpelweg niet het geval. Ten opzichte van colleges op de campus trekken MOOCs noch hetzelfde publiek, noch vervullen MOOCs dezelfde functie. Een belangrijk doel van *on-campus* onderwijs is officiële certificering van de door de student behaalde graad van kennis. Mijn ervaring echter is dat NIET het halen van een certificaat, maar het vergaren van kennis voor de meeste MOOC studenten de prioriteit heeft. Deze mensen hebben in hun werk/studie profijt van de vergaarde kennis en/of vaardigheid, maar hebben geen behoefte aan een certificaat. De ‘*Solar Energy*’ MOOC bestrijkt een divers spectrum aan studenten, van de ‘certificatenjagers’ tot simpelweg geïnteresseerde leken.

Rond 70% van de MOOC studenten zijn werkende professionals die graag bijgeschoold willen worden. Een recent onderzoek onder deze groep studenten van het MOOC-platform Coursera⁶ laat zien dat de MOOCs de studenten beter uitrusten voor hun huidige baan en de kans op een nieuwe baan, promotie en/of salarisverhoging significant vergroten.

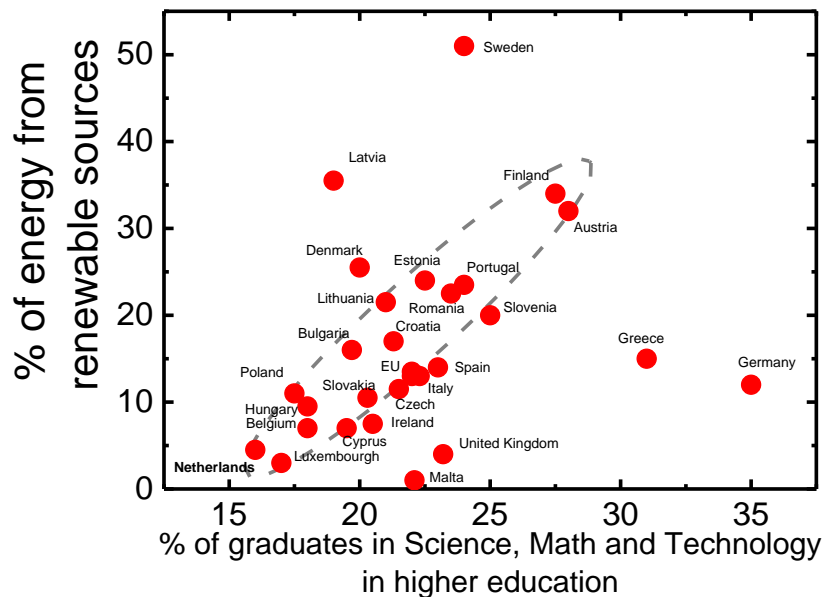
Rond 25% van de deelnemers studeert nog en volgt MOOCs omdat de kennis belangrijk is voor hun studierichting, het helpt bij de het maken van een keuze voor de toekomstige studierichting, leerstof opgepoetst kan worden alvorens naar de collegebanken terug te gaan, de student direct studiepunten bij zijn/haar onderwijsinstelling verdient en het de kans vergroot om tot een studie te worden toegelaten⁶. De voornaamste reden voor voortijdig afhaken van studenten die de ambitie hebben een certificaat te halen blijkt tijdgebrek te zijn. Om een certificaat in de ‘*Solar Energy*’ MOOC te kunnen halen moeten de studenten 6 tot 8 uur per week voor een periode van 8 weken studeren. Zelfdiscipline is cruciaal omdat de student dit naast zijn eigen studie- of werkweek moet doen. Dit is de reden waarom ik tegenwoordig de MOOC in de ‘*self paced*’ vorm aanbiedt. De cursus hoeft niet binnen een vastgestelde periode afgerond te worden. Studenten kunnen op hun eigen tempo door het MOOC materiaal gaan. Ik heb mensen gesproken die een half jaar over mijn MOOC van 8 weken hebben gedaan.

Een kleine –maar ook belangrijke- groep deelnemers zijn docenten (~2%). Zij gebruiken MOOCs ter inspiratie om hun eigen colleges te verbeteren. Er zijn reeds vele

collega's in de wereld die op de een of andere manier in hun eigen onderwijs gebruiken maken van het lesmateriaal uit de 'Solar Energy' MOOC.

Het werven van talenten voor de BV Nederland.

In een maatschappij waar technologische innovaties elkaar snel opvolgen is het belangrijk om aan de arbeidsvraag voor technisch hooggeschoolde personeel te kunnen voldoen. Voor Nederland is dit van cruciaal belang omdat onze handelscultuur dominanter is dan onze technische industriecultuur. Ik zal eerst het belang van technische talenten voor de weerbaarheid van de Nederlandse economie illustreren aan de hand van figuur 2. Hier staat op de verticale as de relatieve bijdrage van duurzame energie bronnen aan de totale energie generatie per land in de Europese Unie. Op de horizontale as staat de fractie van studenten die in de desbetreffende landen in het hoger onderwijs zijn afgestudeerd. Deze figuur laat zien dat landen waar techniek in hoger aanzien staat, oftewel techniek in maatschappij meer wordt omarmd, ook grotere stappen maakt in de integratie van duurzame energie. (Uitzondering daar gelaten: Zweden 'zwemt' in hydro-elektriciteit en Duitsland heeft voldoende kritische massa voor industrie politiek en dominantere ingenieurscultuur.) Met enkel en alleen een energieakkoord gaan we het als Nederland niet redden. We moeten ook in het aanzien en populariteit van onze ingenieurscultuur investeren.



Figuur 2: De relatieve bijdrage van duurzame energie per land in de Europese Unie uitgezet tegen het percentage van afgestuurde in wiskunde, technologie en beta-wetenschappen. Grafiek is gekopieerd uit de inleidende van Prof. Arno Smets "Als de zon schijnt..." uitgesproken op 27 September 2016⁷.

De toekomst van de maatschappij (welzijn, informatievoorziening, mobiliteit, energie, banen) wordt meer en meer door technologie bepaald. Nederlandse industrie heeft de laatste jaren al meerdere malen laten weten dat Nederland kampt met een tekort aan technische geschoolde mensen. Het is cruciaal om meer ingenieurs te werven. Online

cursussen, wanneer succesvol aangeleverd, werken als een onbetaalbare marketing tool om topstudenten voor Nederlandse universiteiten te werven. Ik kan uit persoonlijke ervaring spreken dat jaarlijks tientallen studenten buiten de Europese Unie na het volgen van de MOOC ‘*Solar Energy*’ de beslissingen hebben genomen/nemen een Mastersprogramma aan de TU Delft te gaan volgen. In mijn discipline blijven twee van elke drie buitenlandse afstudeerders in Nederland werken. Online onderwijs is een scouting tool voor de broodnodige ingenieurs voor de BV Nederland. Vele van deze studenten waren voor het volgen van de MOOC niet bekend met de universiteit TU Delft. Hoogkwalitatieve en succesvolle MOOCs hebben daardoor een onbetaalbare marketingwaarde, die je moeilijk op een andere manier te bereiken is.

Wanneer online activiteiten succesvol zijn, zodanig dat het extra internationale studenten op de campus aantrekt, levert dit ook nieuwe uitdagingen op voor de interne organisatie van een universiteit en haar mind set. De organisatie structuur ontbreekt flexibiliteit om additionele staf te faciliteren om de door online activiteiten opgewekte grotere instroom van studenten on campus te kunnen begeleiden.

Online onderwijs voor professionals/life-long learning.

In een maatschappij waar technologische innovaties elkaar snel opvolgen wordt het voor professionals steeds belangrijker om met hun technische kennis en vaardigheden bij te blijven. Betaald online onderwijs, inclusief persoonlijke begeleiding, is hier het ideale en goedkope middel om deze professionals rond de wereld met gespecialiseerde cursussen te bedienen. Als voorbeeld, de zonne-energie sector levert in 2016 wereldwijd aan 2.8 miljoen mensen een baan⁸. Dit aantal zal in de nabije toekomst snel toenemen. Dit betekent dat veel mensen dienen te worden bijgeschoold of te worden opgeleid. Dit betekent niet dat mensen volledige MSc programma’s dienen te volgen. Een modulair kort programma met de gewenste specifieke kennis is voldoende om aan deze vraag te voldoen. Om deze markt te bedienen, ben ik samen met mijn collega’s in April 2017 een MicroMasters ‘*Solar Energy Engineering*’ gestart². De 5 vakken die ook on-campus in het Masters programma ‘*Sustainable Energy Technology*’ (SET) en ‘*Electrical Power Engineering*’ (EPE) worden gegeven, worden in online vorm aangeboden. Alle inhoud staat voor de ‘*paywall*’, alleen het ‘*proctored online exam*’ (online examen waar de student gesurveilleerd wordt) staat achter de ‘*paywall*’. Typische prijzen in deze pilot zijn \$ 250,- per examen inclusief één herexamen en \$ 400,- voor het afsluitende ‘*capstone*’ project. Het MicroMasters certificaat is een officieel certificaat gelijk aan 18 studiepunten (ECTS). Wanneer studenten met een MicroMasters certificaat een 2-jarig MSc-programma in SET of EPE aan de TU Delft gaan volgen (gelijk aan 120 ECTS), kunnen de vakken van de MicroMasters als afgeronde vakken worden opgevoerd. Ze moeten slechts de resterende 102 ECTS van het volledige MSc programma behalen. We hebben op dit moment zo’n 50-60 studenten op de campus die jaarlijks het ‘*Solar Energy*’ profiel in een MSc programma doorlopen. Vanaf November 2017 gaan we MicroMasters in een ‘*self-paced*’ vorm aanbieden. Gebaseerd op de eerste pilot schat ik dat met behulp van de MicroMasters we minstens 5 maal zoveel mensen wereldwijd per jaar in een ‘*Solar Energy*’ MSc profiel kunnen gaan opleiden. Zo zouden studenten mogelijk in de toekomst een DelftX MicroMasters als modulair onderdeel van hun eigen Mastersprogramma op een andere universiteit kunnen opvoeren. Op deze manier zouden

MSc programma's flexibeler gemaakt kunnen worden zodanig dat ze beter op de arbeidsvraag van de industrie/bedrijfsleven kunnen worden aangepast. In Nederland integreer je een buitenlandse online programma in je MSc programma. Misschien kan dit leiden tot een revisie van het concept van MSc programma's, maar als deze ontwikkelingen hiertoe zouden leiden, zal het de positie/belang van de student en alleen verbeteren/behartigen.

Met zulke online educatie programma's kunnen nieuwe businessmodellen ontstaan waarbij onderzoeksgroepen aan de universiteit geld verdienen met aanbieden van *long-life-learning*. Het hoge niveau van de online vakken zal tevens als referentiepunt dienen voor iedereen die wereldwijd dezelfde soort vakken aan de universiteit wil doceren. Studenten hebben immers gratis toegang tot de online colleges en vergelijken het lesmateriaal van hun docent met dat wat gratis beschikbaar is. Docenten worden gedwongen kwaliteit te leveren. Dit is een belangrijk aspect van de marketingwaarde van online onderwijs. Met behulp van online educatie kan je als onderzoeks- en onderwijsgroep aan een universiteit de autoriteit in kennisoverdracht op je vakgebied worden. Dit is iets wat ik zelf heb mogen ervaren de laatste 3 jaar. Belangrijk is dat je voorop loopt (en blijft lopen) met het pionieren in het ontwikkelen van nieuwe onderwijs concepten in referentie tot je collega docenten in de wereld. Een additioneel aspect is dat je met behulp van globaal online onderwijs een groot netwerk met professionals in alle bedrijven rond de wereld opbouwt. Deze relaties houden je op de hoogte van recente ontwikkelingen in het veld/industrie. Uit deze relaties kunnen nieuwe grootschalige samenwerkingen voortkomen, die op Nederlandse schaal simpelweg niet mogelijk zijn.

Onderwijs innovatie dankzij kritische massa

Met enkele tienduizenden deelnemende studenten is er voldoende kritische massa om nieuwe onderwijsvormen uit te proberen. De student kan op vele manieren profiteren van interacties met zijn/haar medestudenten. Een voorbeeld is die ene student, die op een van de discussie fora vertelt dat hij al twee uur zonder succes met een opdracht aan het worstelen is. Vervolgens reageren er tien studenten die de opdracht aan deze persoon proberen uitleggen. De drie studenten die dit verkeerd doen worden weer door anderen gecorrigeerd. *Peer-to-peer* leren de studenten, het is immers onmogelijk voor de docent alle studenten persoonlijk te begeleiden.

Een andere interessante vorm is het initiëren van discussies tussen studenten. Een voor de hand liggende vraag inzake zonne-energie is: '*Geloof jij in de toekomst van de zonne-energie technologie en wat zijn de uitdagingen voor deze technologie?*' In de eerste week zie je alle bekende 'broodje aap' verhalen voorbij komen, maar het interessante fenomeen van deze massale online discussies is dat het zelfregulerend en selectief is. Na twee weken komen de belangrijkste uitdagingen vanzelf bovendrijven zonder inmenging van de docent.

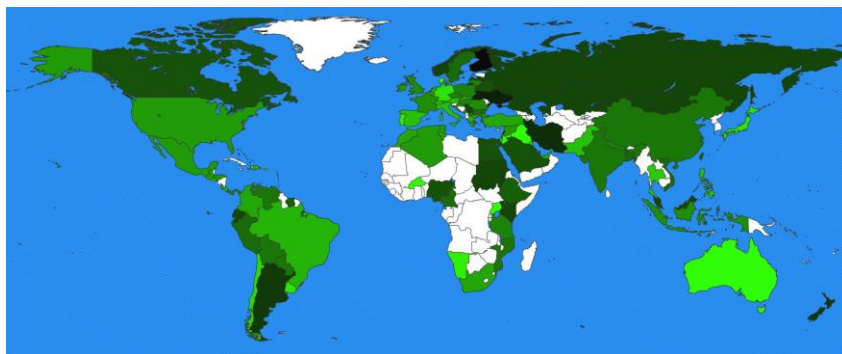
De huidige digitale technologieën maken verder leuke opdrachten mogelijk. De opdracht aan de studenten om foto's of video's van zonne-energiesystemen te maken en te delen met medestudenten, leidde tot (massale) leerzame interacties tussen studenten. Dit resulteerde in mogelijk het grootste databestand aan foto's van geïnstalleerde fotovoltaische systemen ter wereld, waar vele professionals die aan de MOOC deelnemen dankbaar gebruik van maken⁹. Inmiddels zijn andere concepten succesvol getest binnen

onze MOOCs zoals het schrijven en nakijken van rapporten door grote groepen studenten. Deze rapportjes worden *peer-to-peer* door collega studenten (volgens een duidelijke assessment matrix) nagekeken. Dit functioneert net zo goed als de situatie wanneer een docent het zou nakijken. Het geeft de student zelfs twee leermomenten: het schrijven van een rapport en het kritisch bekijken van rapporten van de collega's.

Een evident voordeel van de kritische massa is dat de massa het rendement van de docent vergroot. Het vak 'Solar Energy' wordt jaarlijks gemiddeld door 45 studenten op de campus gehaald. Dit betekent dat in de eerste twee MOOC edities, de groep van 4200 gecertificeerde studenten alleen al met ongeveer 100 docentjaren correspondeert!

Studenten leveren data aan voor onderzoek

Een ander interessant toepassingsgebied van de MOOCs is het verzamelen van 'big data'. Zo leidde de vraag aan de studenten 'wat vind jij de belangrijkste doorbraak in de geschiedenis van de zonne-energie technologie?' tot het insturen van zoveel uniek materiaal dat makkelijk een wetenschapsboek gevuld kan worden. In een andere opdracht zijn de MOOC studenten ingezet om informatie te verkrijgen over de lokale kwaliteit van hun elektriciteitsvoorziening, zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid van elektriciteitsnetwerk, aantal black-outs per jaar, aantal zonuren en de lokale marktprijs van elektriciteit. Met de ingezonden data is voldoende statistiek verkregen die het huidige marktpotentieel van fotovoltaïsche systemen per land op de wereld laat zien (zie figuur 3). Het zou een overheidsfunctionaris maanden kosten om deze data te verzamelen. Met behulp van enthousiaste MOOC studenten waren deze data in enkele uren verzameld!

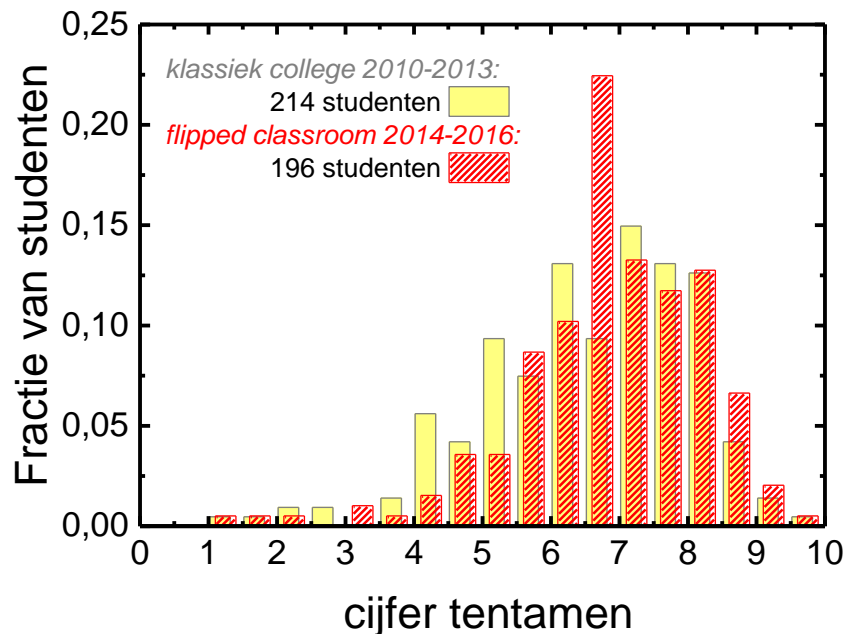


Figuur 3: Voorbeeld van onderzoek potentie van MOOCs. Deze wereldkaart laat het marktpotentieel van fotovoltaïsche systemen zien (het product van lokale marktprijs voor elektriciteit en het aantal zonuren) gebaseerd op data die door 1800 MOOC studenten is aangeleverd. Licht en donker groen correspondeert met hoge en lage markt potentieel. Grijsen gebieden zijn landen waarvan geen enkele student informatie heeft aangeleverd. In de meeste gevallen zijn dit landen zonder goede internet infrastructuur of waar het internet verkeer gecensureerd wordt.

Blended onderwijs op de campus

De 'Solar Energy' MOOC is tot op heden succesvol geïntegreerd in het campus onderwijs in de zogenaamde *blended* vorm, ook wel 'flipped classroom' model genoemd. Het huiswerk voor studenten omvat het online bekijken van de colleges, terwijl tijdens de contacturen met de docent in collegezaal het traditionele huiswerk -in de vorm van het oplossen van problemen- wordt gemaakt. In deze vorm wordt de interactie tijd met de docent verdubbeld. De voorlopige ervaring met het vak 'Solar Energy' aan de TU Delft is dat het slagingspercentage van 71% (2010-2013) naar 87% (2014-2016) omhoog is gegaan. Dit met het bijkomstig voordeel dat in dezelfde tijd 40% meer lesmateriaal

behandeld kon worden¹⁰. Maar liefst ~67% -tegen ~13%- van de studenten prefereerde deze *flipped classroom* benadering boven klassieke colleges (20% had geen voorkeur). Een groot voordeel van de *flipped classroom* is de flexibiliteit waarin het lesmateriaal wordt aangeboden. Elke student is anders en leert anders. De student krijgt meer mogelijkheden om het lesmateriaal op zijn eigen gewenste manier tot zich te nemen. Het hele concept van *flipped classroom* staat of valt met de zelfdiscipline van de student om thuis de colleges te blijven volgen. Maar dit is niets anders dan de zelfdiscipline van de student om thuis zijn conventioneel huiswerk te maken.



Figuur 4: Genormaliseerde verdeling van de tentamen resultaten van het vak ET3034 Zonnecellen op de campus van de TU Delft in de periode 2010-2016¹⁰. Geel zijn de studenten die het vak met de klassieke colleges gevolgd hebben, rood zijn de studenten die het vak in de ‘*flipped classroom*’ vorm gevolgd hebben. De voornaamste verbetering (of impact van de *flipped class room*) valt in het grijze gebied tussen de cijfers 4 en 6 waar te nemen.

Een ander voordeel is dat het lesgeven voor de docent prettiger en meer relaxed wordt: er is geen tijdsdruk om alle stof in het college behandeld te krijgen en de interactie met de studenten in de collegezaal is intenser. Niet alleen de docent, maar ook de student, moet zweten in de collegezaal! Ik heb het *flipped classroom* concept nu reeds in 4 vakken succesvol ingevoerd en ik zou niet meer in de klassieke manier colleges willen geven. Met behulp van de *flipped classroom* verbeteren de prestaties, waardering en het rendement van het onderwijs!

Een welkom bijeffect van alle activiteiten rond online onderwijs aan de Technische Universiteit in Delft is dat het academisch personeel op alle faculteiten op een natuurlijke manier aangespoord wordt om aan onderwijs innovatie te werken. Er is nog nooit zoveel inhoudelijk gediscussieerd over en gewerkt aan het verbeteren van onderwijs, sinds het technisch middel van online educatie beschikbaar is gekomen. Dit op zich zelf is al onbetaalbare winst. Zoals ik in de volgende sectie van dit essay zal

aangeven, geeft dit alle docenten rond de wereld een eenvoudige manier om deze verbeteringen in hun onderwijs door te voeren.

De echte impact op onderwijs: de globale universiteit.

Het aantal MOOCs neemt snel toe en het aantal studenten per MOOC neemt langzaam af (alhoewel in 2013 de MOOC ‘Solar Energy’ 58 000 studenten trok, is dit in het afgelopen academisch jaar nog steeds 51 000 studenten!). Het massale karakter van individuele MOOCs zal langzaam verdwijnen. Dit zou suggereren dat de impact van de MOOCs afneemt, maar het tegenovergestelde zal het geval zijn. Het is slechts een kwestie van tijd totdat alle relevante BSc en MSc vakken van alle academische disciplines online beschikbaar zijn. Deze kunnen door elke docent ter wereld in de bovengenoemde *blended* vorm in het campus onderwijs geïntegreerd worden. Dit is vergelijkbaar met het huidige gebruik van standaard beroemde tekstboeken door de meerderheid van de docenten. Zo zullen over 10 jaar in de wereld de beste standaard MOOCs door iedereen op de campus gebruikt worden. Dit geeft de mogelijkheid om het niveau, rendement, prestaties en waardering van het onderwijs wereldwijd snel te verbeteren.

*“...als excellentie zo makkelijk beschikbaar wordt
zijn de dagen van doorsnee voorbij...”¹¹*

Hierop inhakend, zijn we op de TU Delft samen met buitenlandse universiteiten een pilot gestart met de titel ‘Credits for MOOCs’. In dit consortium werken op dit moment actieve leden uit Australië, Zwitserland, België, Frankrijk en Spanje samen (TU Delft, The Australian National University, University of Queensland, Université catholique de Louvain, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, UPMC Sorbonne Universités, Universidad Carlos III de Madrid). Studenten kunnen een MOOC van een internationale collega universiteit volgen en kunnen vervolgens officiële studiepunten behalen door het schriftelijk tentamen op hun eigen campus te maken. Dit bevordert de virtuele mobiliteit van de studenten. De ontplooiing van de vaardigheden en vakkennis van studenten is niet meer beperkt tot het lokale aanbod. De onderwijsservice aan de student wordt verbeterd. Het geeft de mogelijkheid aan studenten om meer modulair hun gewenste disciplines bij de beste internationale autoriteiten te kiezen. De student kan de ontwikkeling van zijn/haar vaardigheden beter aanpassen aan de eisen van de arbeidsmarkt waarin hij/zij is geïnteresseerd. Dit geeft de student ook nieuwe kansen om internationale netwerken op te bouwen. Online onderwijs zal op vele verschillende manieren het onderwijs globaliseren, terwijl de basis nog altijd lokaal en klassikaal zal blijven.

Deze cultuuromslag zal een kwestie van tijd zijn, maar vergeet wel van de docent dat hij/zij in staat is zijn/haar ego opzij te zetten. Iemand anders geeft immers –in de meeste gevallen– het online college en de docent in de collegezaal geeft ‘slechts’ werkcolleges. Echter uit eigen ervaring kan ik vertellen dat de interactie en respect tussen leerling en docent in deze vorm van onderwijs alleen maar toeneemt! Een andere uitdaging is dat dit een flexibele mind set van de organisatie vereist. Bijvoorbeeld, onderwijs en examenregelingen moeten worden aangepast om deze virtuele studenten mobiliteit te kunnen realiseren.

Conclusie

Net zoals in vele andere sectoren in de maatschappij globaliseert de academische wereld snel. Het gevecht om talentvolle studenten is een globale geworden. Online onderwijs is een belangrijke middel om onderwijsprogramma's van de universiteit bij buitenlandse studenten te adverteren. Online onderwijs zal een steeds grotere rol gaan spelen in de werving van studenten, in het aanzien van universiteiten op globale schaal en aantrekken van toptalent voor de BV Nederland

In een maatschappij waar technologische innovaties elkaar snel opvolgen wordt het voor professionals steeds belangrijker om met hun technische kennis en vaardigheden bij te blijven. Betaald online onderwijs, inclusief persoonlijke begeleiding, is hier het ideale en goedkope middel om deze professionals rond de wereld met gespecialiseerde cursussen te bedienen. Zo zal de universiteit een belangrijke rol gaan spelen in het aanbieden van *long-life-learning*.

Online onderwijs schept nieuwe mogelijkheden. Het bereikt studenten die anders door infrastructurele, culturele of financiële restricties geen toegang hebben tot kwalitatief hoger onderwijs. Online onderwijs is de goedkoopste vorm van ontwikkelingshulp omdat het direct de levensstandaard van haar deelnemers kan verbeteren. Online onderwijs vergroot de educatieve reikwijdte van een docent. Belangrijk is om te beseffen dat online onderwijs het on campus onderwijs NIET vervangt, maar het is een middel om het rendement, waardering en prestaties van on campus onderwijs in de wereld snel te kunnen verbeteren. De kritische massa aan studenten maakt nieuwe vormen van onderwijs tot nieuwe vormen van datacollectie voor onderzoeksdoeleinden mogelijk. Online onderwijs zal MSc programma's flexibiliseren en globaliseren om beter aan de behoefte van de student en de arbeidsmarkt te voldoen.

Kortom online onderwijs dient niet gevreesd te worden, maar dient omarmd te worden. Het is niet DE heilige graal, maar het zal wel de dominante drijfveer zijn achter de belangrijkste innovaties in het hoger onderwijs. Het is belangrijk dat Nederland hier een leidende rol in neemt. Dit zeg ik omdat ik uit eigen ervaring weet hoe een pioniersrol duidelijke voordelen voor Nederland kan bieden. Zal online onderwijs het hoger onderwijs verbeteren? Het antwoord is wat mij betreft 'Ja'.

Over de auteur: **Arno H.M. Smets** is Professor in Zonne-energie in de 'Photovoltaics Material and Devices' groep aan de faculteit 'Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science' van de TU Delft. Hij werkte van 2005-2010 bij het *Research Center for Photovoltaics* aan het *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)* in Tsukuba in Japan. Hij houdt zich bezig met de omzetting van zonne-energie in elektrische energie en meer recent ook in chemische energie. Smets combineert een uitstekende internationale academische loopbaan met buitengewone onderwijsvaardigheden en resultaten. Hij is een echte TU Delft pionier op het gebied van online onderwijs, wat hij heeft bewezen met het opzetten en uitvoeren van onder andere de MOOC 'Solar Energy'.



Hiermee heeft hij in de wetenschappelijke gemeenschap veel aanzien verworven en de TU Delft wereldwijd op de kaart gezet op het vakgebied zonne-energie. Professor Smets heeft de eerste prestigieuze edX Prize gewonnen voor ‘*Exceptional Contributions to Online Teaching and Learning for his ‘Solar Energy’ course*’. Hij is co-auteur van het succesvolle academische tekstboek “*Solar Energy, the physics and engineering of photovoltaic conversion technologies and systems*”.

⁰Een gedeelte van de tekst van dit essay is gebaseerd op een artikel met de titel ‘*Heeft online doceren aan 135.000 studenten zin?*’ wat ik voor het December nummer van het Nederlands Tijdschrift voor de Natuurkunde in 2015 heb geschreven.

¹Informatie over de ‘*Solar Energy*’ MOOC op het edX platform: <https://www.edx.org/course/solar-energy-delftx-et3034x>

²Informatie over de MicroMasters ‘*Solar Energy Engineering*’ op het edX platform: <https://www.edx.org/micromasters/solar-energy-engineering>

³Informatie over alle online onderwijs activiteiten van de TU Delft: <https://online-learning.tudelft.nl/>

⁴Informatie over het Arabisch platform Edraak: <http://www.edraak.org/>, informatie over het Chinees Platform XuetaangX: <http://www.xuetangx.com/>

⁵Arno Smets, ‘*Academic Knowledge Available Worldwide*’, TEDxVenlo (2014). <https://www.youtube.com/watch?v=K9d933nhJMg>

⁶Recent onderzoek van Coursera, Univeristy of Pennsylvania en University of Washington:<http://www.slideshare.net/Coursera/coursera-impact-revealed-learner-outcomes-in-open-online-courses>

⁷Intreerede van Prof. Dr. Ir. Arno Smets uitgesproken op 27 September 2016 aan de TU Delft, ‘*Als de zon schijnt...*’

⁸Renewable Energy Jobs report, outlook 2017: https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2017.pdf

⁹Compilatie van video’s gemaakt door de studenten in de ‘*Solar Energy*’ MOOC: <https://www.youtube.com/watch?v=eHuQpF0WL6o>

¹⁰Arno Smets, ‘*Preliminary analyses showing the positive impact on student performance by the implementation of flipped classroom concept in the on-campus course ET3034TU ‘Solar Energy’ using the DelftX/edX MOOC*’ <http://www.e-learn.nl/media/blogs/e-learn/delftx/20141208-solarenergy-on-campus.pdf?mtime=1421005798>, (2014).

¹¹Dit is de veel geciteerde eindconclusie van Tom Friedman’s (Auteur, Journalist, Columnist NY Times) samenvatting van een conferentie georganiseerd door MIT en Harvard in 2013 over ‘*Online Learning and the Future of Residential Education*’.