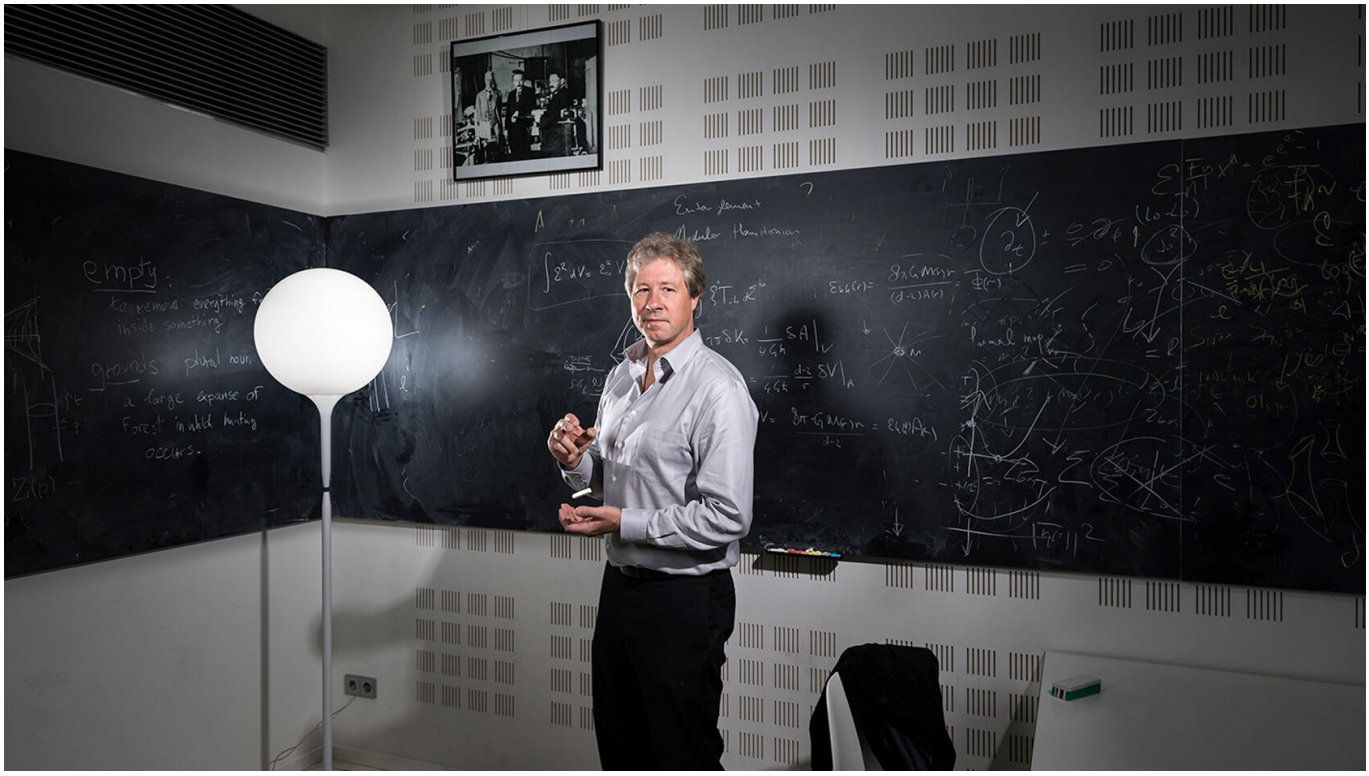
Natuurkunde leren met een app

Natuurkunde leer je op school grotendeels op dezelfde manier als 30 jaar geleden: de docent staat voor de klas en legt de stof uit, en als klas volg je lesmodulen uit een boek. Maar het kan ook anders, weet Jonas Voorzanger van LeerLevels.



Afbeelding 1. Natuurkundigen houden van (ouderwetse) krijtborden Hoogleraar Erik Verlinde, naast zijn vertrouwde krijtbord. Foto: Jorn van Eck.

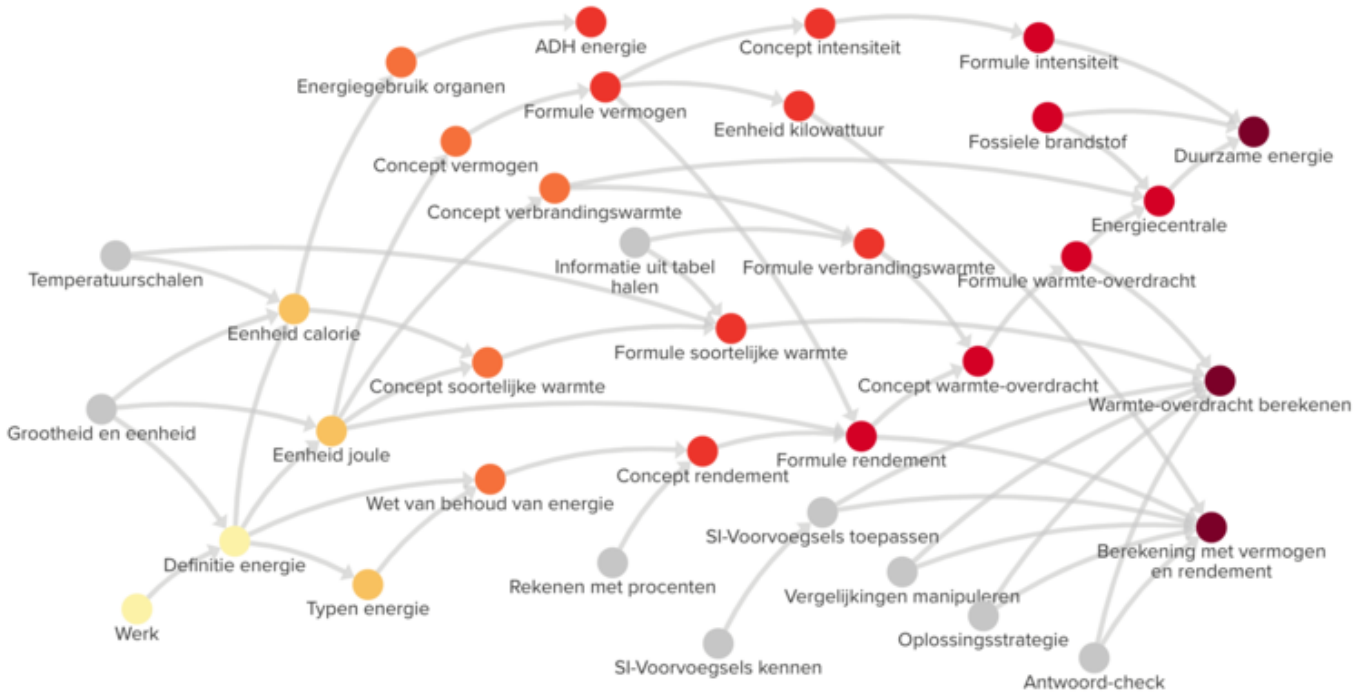
Natuurkunde is – in sommige aspecten – heerlijk ouderwets. Terwijl we foto's maken van zwarte gaten, de eerste stappen zetten richting een quantuminternet, en zelfs werken aan het perfecte stukje chocolade, genieten natuurkundigen op de universiteit van een schoolbord waarop ze met krijt makkelijk hun ideeën kunnen uitwerken (afbeelding 1). Dit contrast tussen het verleggen van wetenschappelijke grenzen, en het vasthouden aan oubollige methodes, is ook zichtbaar in hoe er in de natuurkunde wordt lesgegeven.

Op de universiteit gebeurt dat veelal in grote collegezalen, met daarin tot wel een paar honderd studenten, die allemaal luisteren naar één docent die vooraan de zaal iets uitlegt.

Vaak op een schoolbord, of met een Powerpointpresentatie. Of, sinds de komst van het coronavirus, met behulp van een tablet en via een Zoom- of Teamsmeeting. Ondanks de recente overstap naar online en hybride lesgeven, houden veel docenten vast aan klassieke lesmethodes. Dit geldt ook op middelbare scholen, en wordt verergerd door het Nederlandse lerarentekort, wat veroorzaakt dat veel leraren voor grote klassen komen te staan, en weinig tijd hebben voor het voorbereiden van creatieve en inspirerende lessen.

Dit alles bracht Jonas Voorzanger, zelf docent natuurkunde en informatica op het Amsterdams Lyceum, aan het denken. “[Met een schoolboek leer je] eerst onderwerp A, dan onderwerp B en onderwerp C. En – allemaal leuk en aardig – daar wordt ook wel over nagedacht, zodat het logisch op elkaar voortbouwt, maar kennis is niet lineair. Kennis is veel meer een netwerk. Dus op het moment dat jij in een klassiek boek een vraag beantwoordt, en je het fout hebt, dan kan het boek je het antwoord laten zien. Nou, dan houdt het leren op, want dan weet je het antwoord. Maar verder kan het boek je hooguit terugverwijzen naar de paragraaf waar de vraag bij hoort, of terugverwijzen naar het hoofdstuk daarvoor. Dat boek kan niet zeggen: ‘oh dan moet je even dat boek van vorig jaar pakken, hoofdstuk 7, en dan die bladzijde’. Dat gaat niet.”

Een alternatieve methode valt in de categorie van *adaptive learning*. Dit houdt in dat de leerstof, en de volgorde waarin lesmateriaal behandeld wordt, aangepast wordt aan de hand van wat een leerling nodig heeft. Dit is in feite wat bijlesdocenten doen: als een leerling ergens moeite mee heeft, stelt de docent vragen om te achterhalen waar de gaten zitten in de benodigde kennis, en past daar de les op aan. Voorzanger: “die methodiek vereist [dat we alle leerstof] in kleine stukjes opbouwen.”



Afbeelding 2. Een netwerk van leerdoelen Leerdoelen in LeerLevels zijn aan elkaar verbonden in een complex netwerk. Bron: LeerLevels.

Kennis is een netwerk

Het kan beter, wist Voorzanger. Hij sloeg zijn handen ineen met *Nationale DenkTank*-collega Youssef el Bouhassani, docent op de Hogeschool van Amsterdam en in 2018 Docent van het Jaar van Nederland, om te werken aan innovatie in het onderwijs. Hieruit ontstond LeerLevels. “Bij kennisoverdracht moeten docenten een afweging maken: onderwijs voor een hele groep of gerichte hulp voor een paar leerlingen. Kies je voor de groep, dan gaat dat ten koste van aandacht voor het individu; en vice versa. Wij geloven dat kunstmatige intelligentie persoonlijke begeleiding voor iedereen toegankelijk maakt. Dit schept ruimte voor betekenisvol onderwijs en om zelf aan een beter onderwijs te bouwen,” aldus de missie op de website.

Grote woorden, maar hoe gaat dit te werk? Voorzanger: “Toen we bedachten: oké, we willen technologie slimmer inzetten, [zijn we] echt met de allerkleinste bouwsteentjes begonnen. […] We zijn begonnen bij de stof die ik op dat moment moest lesgeven, en zijn daar heel kleine leerdoelen van gaan definiëren. Bijvoorbeeld ‘Eerste wet van Newton, concept.’ Het enige wat dat leerdoel doet is vertellen wat de eerste wet van Newton betekent. Nog geen formules of wat dan ook, alleen het concept. En bij elk leerdoel hebben we een slide

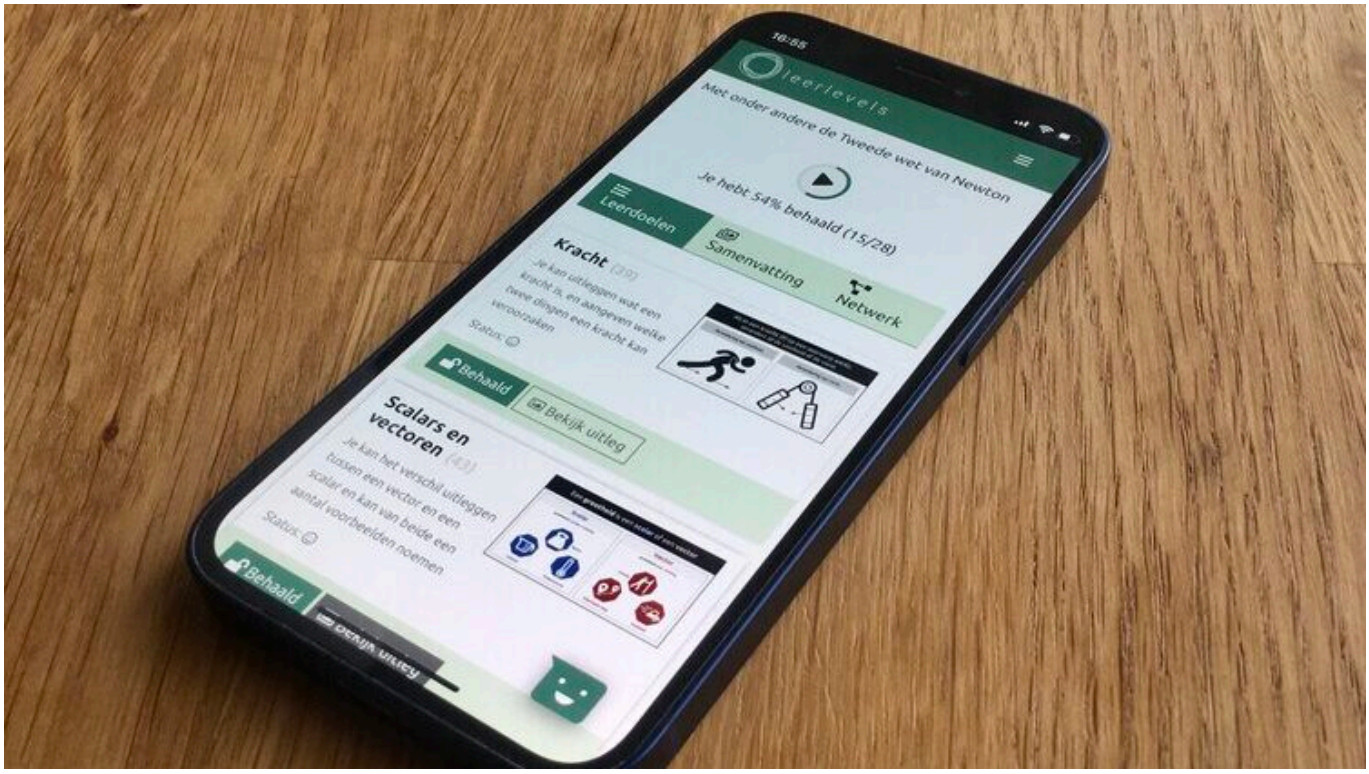
gemaakt, een soort infographic, die als doel heeft om in één plaatje dat ding uit te leggen. Dat ene plaatje animeren we vervolgens, met een logische opbouw, met een voice-over. […] Uiteindelijk hebben we zelf gebouwd tot 650 leerdoelen en 2500 vragen om die leerdoelen te checken."

Video 1. Een geanimeerd leerdoel van LeerLevels Deze video beschrijft het concept van een natuurkundige behoudswet. Andere animaties vind je op het YouTube-kanaal van LeerLevels.

Slimme technologie

Een reeks aan geanimeerde infographics met bijbehorende vragen is nuttig, maar de echte moderne technologie zit hem in hoe je dit toepast. Het eerste dat LeerLevels ontwikkelde was een app voor leerlingen. Deze app leidt leerlingen automatisch door leerdoelen heen, en gebruikt kunstmatige intelligentie om aan de hand van antwoorden van leerlingen op testvragen te bepalen welke leerdoelen ze het beste als eerstvolgende kunnen behandelen. Zo krijgt iedere leerling een eigen lesplan, en met meer gebruik wordt de app vanzelf beter in het maken van de juiste keuzes.

De vragen die bij ieder leerdoel horen, staan hierin centraal. "In de app zijn dat vooralsnog alleen maar meerkeuzevragen. We zijn een halfjaar geleden […] gaan denken over hoe we open vragen integreren. Daar zijn we nu echt vette dingen aan het doen, daar zit zeg maar de echte techniek, […] namelijk het nakijken van open antwoorden," vertelt Voorzanger. "Er is veel meer bekend over [*natural language processing*] in het Engels dan in het Nederlands. De semantiek van een zin in het Nederlands is dus best wel lastig."



Afbeelding 3. LeerLevels heeft een app ontwikkeld voor leerlingen Bron: LeerLevels.

Makkelijk voor docenten

Tegelijkertijd krijgt een docent hiermee makkelijk inzicht in de vooruitgang per leerling. “Per set aan leerdoelen, bijvoorbeeld alle leerdoelen die bij een bepaald hoofdstuk horen, krijgt de docent een dashboard met namen onder elkaar, leerdoelen horizontaal, en per leerling per leerdoel of het gelukt is, en hoeveel foute antwoorden er zijn gegeven bij dat leerdoel,” zegt Voorzanger. Hij voegt ook toe: “Dat dashboard is iets waar we ideeën hebben voor hoe het heel veel beter kan, en daar gaan we de komende maanden mee aan de slag.”

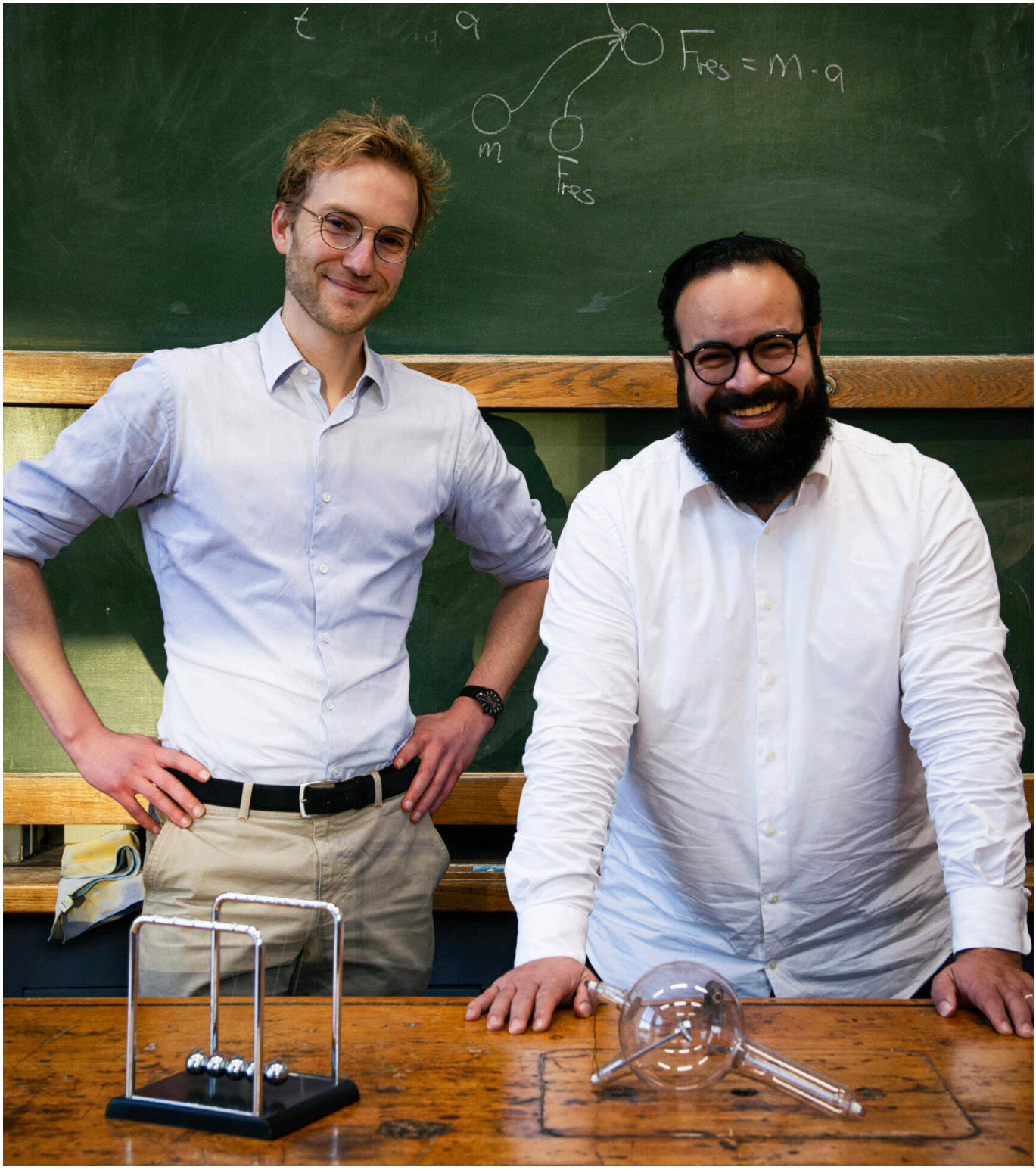
Nu even terug naar het probleem van overwerkte leraren. “We kwamen er op een bepaald moment achter dat hetgeen waar docenten eigenlijk nog meer behoefte aan hebben, een manier is om in weinig tijd een goede les voor te bereiden. En wij hadden al die slides, en we hadden al die vragen, en die kan je op heel veel manieren inzetten. Juist omdat ze zo modulair zijn.” Als voorbeeld geeft Voorzanger: “Ik geef mijn leerlingen zelf huiswerk op, ik zeg: haal deze en deze leerdoelen in LeerLevels. Ik kan het ook zien, voordat ze de les inkomen, en in de les kan ik allerlei dingen doen: practica, demonstraties, gastsprekers, […] maar ook dingen waarvan ik dacht dat het in het huiswerk niet goed ging, daarover nog plenair een paar vragen bespreken. Dan hoef ik niet ter plekke al die vragen te verzinnen.

Dus LeerLevels is ontstaan als ding voor leerlingen, en het is langzaam geëvolueerd naar iets wat eigenlijk de focus bij de docenten legt. Omdat we denken dat we daar moeten beginnen.”

Uitbreiden

De volgende stap is het uitbreiden naar andere vakgebieden, want hetzelfde principe zal ook werken voor andere schoolvakken, evenals multidisciplinaire onderwerpen als duurzaamheid. Dit kost veel tijd en inspanning, legt Voorzanger uit: “Die leerdoelen kosten per leerdoel tussen de vier en acht uur. Nou ja, als je dan bedenkt dat een nieuw vak een paar honderd leerdoelen bevat; dat kost heel veel tijd.”

Gelukkig wordt hun werk gewaardeerd. Vorig jaar ontving LeerLevels, in samenwerking met de Hogeschool van Amsterdam, de Nederlandse Hogeronderwijspremie. Hier is een geldbudget aan verbonden, “om met een buitengewoon project een bijzondere bijdrage te leveren aan de vernieuwing en/of verbetering van het hoger onderwijs.” Voorzanger: “Nu kunnen we via dat bedrag ook mensen inhuren om op wat grotere schaal content te maken, want dat was gewoon de bottleneck.”



Afbeelding 4. Jonas Voorzanger en Youssef el BouhassaniBron: LeerLevels.